Vladas Valentinavičius

Fizika



Vladas Valentinavičius

Fizika

Vadovėlis VII klasei



KAUNAS „ŠVIESA“

UDK 53(075.3)
Va171

Redaktorė ZITA ŠLIAVAITĖ

Piešiniai ELVIO ZOVĖS

Dizainerė KRISTINA JĖČIŪTĖ

Recenzavo mokytojos ekspertės
SAULĖ VINGELIENĖ ir DANUTĖ USORYTĖ

Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos rekomenduota
2003 01 09, Nr. 5

Pirmasis leidimas 2003

ISBN 5-430-03590-4

Mieli mokiniai,

gamtoje ir buityje kasdien matote daugybę kitimų, arba fizikinių reiškinių: Saulės kelionę dangaus skliautu, žaibą, lietaus lašų kritimą, ledo tirpimą, elektros lempučių švytėjimą naktį, verdamo maisto garavimą ir t. t. Visus juos nagrinėja naujas jums mokslas — fizika.

Daugelį fizikinių reiškinių jau aptarėte mokydamiesi kitų dalykų: gimtosios kalbos, matematikos, pasaulio pažinimo, geografijos ir t. t. Per fizikos pamokas šiuos reiškinius teks nagrinėti išsamiau. Pamažėle sužinosite ir kas yra fizikos mokslas. Dabar į šį klausimą nė nemėginsime atsakyti tiesiogiai.

Teks kitaip vertinti ir kai kuriuos gerai žinomus žodžius, kaip antai: darbas, energija, kelias. Kasdieniniame gyvenime jų prasmė yra vienokia, o fizikoje kartais gali būti visiškai kitokia.

Mokydamiesi fizikos, susipažinsite su įvairiais fizikiniais reiškiniais. Antai kas vakarą spragtelėjus kambaryje jungiklį, užsidega elektros lemputės ar sušvinta televizoriaus ekranas. Be abejo, girdėjote, kad jie veikia vartodami elektros energiją. Betgi kaip ta energija patenka į visus šiuos prietaisus iš toli esančios Ignalinos atominės elektrinės ar Kauno hidroelektrinės? Pagaliau kaip Nemuno vandens energija įžiebia šviesą mūsų butuose? Pakeliui tiek daug įvairiausių įrenginių: turbinų, generatorių, laidų, matavimo prietaisų.

Per fizikos pamokas nagrinėsite ir tokius reiškinius, kuriems suvokti reikalingą „aparatūrą“ žmogus turi pats. Mūsų akys mato įvairiausius

daiktus, ausys girdi gausybę garsų. Nemanykite, kad apie tai, ką matome ir kaip matome, pasiseks sužinoti vienu sykiu. Čia tik pradžia. Prie daugelio dalykų teks ne kartą grįžti, kad juos suvoktume vis geriau.

Susikaupkime ir apsidairykime. Kas vyksta aplink mus? Fizikos kabinete matome daugybę daiktų, žmonių, regime įvairias klasės draugų drabužių spalvas. Pažvelgę pro langą, išvystame danguje nusidriekusias debesų gijas. Įsiklausę girdime gatvės šurmulį. O ir klasėje ne visada būna tyku. Nesutelkę atitinkama linkme dėmesio, lyg ir nematome aplinkoje šviesos, negirdime garsų. Gal tokios susikaupimo minutės padės mums geriau suprasti ir užjausti tuos, kuriuos dėl regos ar klausos sutrikimų visada lydi tamsa arba tyla.

Kasdienybė mums pateikia gausybę klausimų. Dalis jų, mokantis fizikos, pavirs užduotimis. Jas atlikdami, ne tik atsakysite į daugelį „kodėl?“, bet ir palengva tvirtinsite savo fizikos žinių sistemą.

Manome, kad pažinimo džiaugsmą jums teiks ir mokytojo rodomi ar pačių atliekami bandymai.

Kaip naudotis vadovėliu

Ne pirmus metus mokydamiesi įvairių dalykų, įsitikinote, kad mokymasis yra rimtas ir sunkus darbas. Nelengvas bus ir fizikos dalykas, tačiau jį perprasite daug greičiau, jei būsite gerai susipažinę su fizikos vadovėlio struktūra ir laikysitės pačių paprasčiausių taisyklių.

Kiekvienas vadovėlio skyrius suskirstytas į skyrelius, kurių didžiausią dalį sudaro teorinė medžiaga. Skyreliai padalyti į dar mažesnes dalis, turinčias savo paantraštes. Žvilgtelėjus į šias paantraštes, nesunku suvokti visą skyrelio planą, o tai labai svarbu, norint žodžiu ar raštu išdėstyti temos turinį.

Svarbiausios fizikos sąvokos, apibrėžimai, taisyklės ar dėsniai vadovėlyje išspausdinti **storesniu** arba *pasvirusiu* šriftu, o formulės įrėmintos spalvotame fone. Be to, teorinėje skyrelių dalyje aprašyta nemažai bandymų, kuriems atlikti dažniausiai pakanka pačių paprasčiausių

2.5. Medžiagos tankis

Tankio samprata

24 puslapyje minėjome, kad medžiagos turi daugelį savybių, kurias galima apibūdinti fizikiniais dydžiais. Vienas iš tokių dydžių yra **mẽdžiagos tañkis**. **Jis rodo, kokia yra vienetinio tūrio** (1 m^3 arba 1 cm^3) **medžiagos masė**, todėl, norėdami sužinoti medžiagos, iš kurios pagamintas kūnas, tankį, turime to kūno masę padalyti iš jo tūrio:

$$\text{medžiagos tankis} = \frac{\text{kūno masė}}{\text{kūno tūris}}.$$

Medžiagos tankį pažymėję graikiška raide ρ (tariame „ro"), gausime tankio formulę:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Iš jos nesunku nustatyti pagrindinį tankio matavimo vienetą:

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{1\ \text{kg}}{1\ \text{m}^3} = 1\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Šis vienetas skaitomas taip: *kilogrãmas kùbiniam mètrui*. Tačiau praktikoje tankis dažnai reiškiamas smulkesniais vienetais — gramais kubiniam centimetrui $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \text{arba g/cm}^3\right)$. Kaip šis vienetas susijęs su pagrindiniu tankio vienetu? Norėdami atsakyti, pasitelkime tankio formulę:

$$[\rho] = \frac{1\ \text{kg}}{1\ \text{m}^3} = \frac{1000\ \text{g}}{1\,000\,000\ \text{cm}^3} = \frac{1}{1000}$$

Vadinasi, 1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3.

Tankio apskaičiavimas

Atlikime bandymą, kuris rodo, kad tankis iš tikrųjų apibūdina medžiagą.

Bandymas. Paimkime kelis įvairaus dydžio aliuminio tašelius arba gabalėlius. Svarstyklėmis nu-

45

1.1. Kas yra fizika

Tai įdomu

- *Senajame Vilniaus universitete fizika dėstyta nuo pat jo įkūrimo, t. y. nuo 1579 metų, kaip Aristotelio fizikos dalis ir vadinta gamtos filosofija.*
- *Pirmąją fizikos knygą Lietuvoje 1633 m. lotynų kalba parašė karo įtvirtinimų inžinierius Jonas Rudamina Dusetiškis (1.1 pav.).*

THEOREMATA ET PROBLEMATA MATHEMATICA

1.1 pav.

Fizika

Dar žiloje senovėje žmonės stebėjo įvairius gamtoje vykstančius reiškinius, bandė juos aiškinti ir sisteminti. Taip atsirado gamtą tiriantis mokslas, pavadintas **fizika** (gr. *physis* — gamta). Fizikos terminą IV a. pr. Kr. pirmasis pavartojo didis graikų filosofas ir mokslininkas Aristotelis (*Aristoteles*, 384—322 pr. Kr.) savo knygoje „Fizika", kurioje apibendrino senovės tautų sukauptas žinias apie gamtos reiškinius, dangaus ir žemės kūnus, jų judėjimą ir t. t., taip pat savo ir savo mokinių surinktus bei susistemintus faktus. Taigi tuo metu fizika apėmė visą to meto mokslą.

Plečiantis mokslui, fizika jau negalėjo aprėpti visos gamtos, todėl atsirado naujos gamtos mokslo šakos: botanika — mokslas apie augalus, zoologija — mokslas apie gyvūnus, chemija — mokslas, tiriantis medžiagas, jų sudėtį, savybes ir kitimus, kurių metu vienos medžiagos virsta kitomis, meteorologija — mokslas, nagrinėjantis Žemės atmosferą bei joje vykstančius procesus, astronomija — mokslas apie visatos sandarą ir raidą ir kt.

Fizika tiria:

- fizikinius reiškinius,
- fizikinius kūnus,
- medžiagas ir jų savybes.

Aptarkime kiekvieną iš jų.

1.2 pav.

1.3 pav.

10 Fizika / 7

Fizikiniai reiškiniai

Įvairūs gamtoje vykstantys kitimai vadinami reiškiniais. Tie reiškiniai, dėl kurių vienos medžiagos nevirsta kitomis, vadinami **fizikiniais reiškiniais**. Jų yra labai daug. Štai keletas pavyzdžių: keliu važiuoja automobilis, žiemą užšąla ežeras (1.2 pav.), pavasarį tirpsta ledas, groja orkestras (1.3 pav.), leidžiasi saulė (1.4 pav.), laidais teka elektros srovė (1.5 pav.).

1.4 pav.

Fizikiniai kūnai

Be fizikinių reiškinių, fizika tiria daugelį aplinkos daiktų, kurie vadinami **fizikiniais kūnais**, arba tiesiog **kūnais**. Tai automobilis, lėktuvas, medis, žmogus, futbolo ar krepšinio kamuolys ir t. t. Fizikoje kūnu vadinamas ir ribotas medžiagos kiekis, kurio daiktu kasdieniniame gyvenime nevadiname, pavyzdžiui, gabalas plastilino, ledėsis, kambario oras, indas vandens.

Medžiagos

Kūnai yra sudaryti iš įvairių **mẽdžiagų**, kaip antai geležies, vandens, stiklo ar plastiko. Dabar jų žinoma daugiau kaip trylika milijonų, kiekviena pasižymi jai būdingomis savybėmis: spalva, kvapu, skoniu, tankumu, laidumu ir kt.

1.5 pav.

Fizikos mokslo šakos

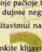
Kadangi fizikiniai reiškiniai, fizikiniai kūnai ir medžiagos yra labai įvairūs, turi daug fizikinių savybių, juos tirti įmanoma tik suskirsčius į grupes. Dėl to atsirado fizikos mokslo šakos: **mechãnika, termodinãmika, elektrà, òptika** bei kitos, kurias ir nagrinėsime mokydamiesi šio dalyko.

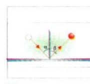
Mechanika (gr. *mēchanē* — įrankis, statinys) *tiria mechaninį kūnų judėjimą*. Mokydamiesi jos, sužinosime, kaip apskaičiuoti kūnų greitį ar nueitą kelią, kodėl neskęsta vandenyje sunkūs laivai, skraido oro balionai (1.6 pav.) ir kt.

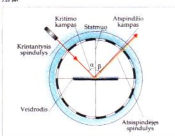
Termodinamika (gr. *thermos* — šiltas, karštas + + *dynamikos* — jėgos, jėginis), *arba šilumos mokslo*

1.6 pav.

11







priemonių. Dalį šių bandymų jums pademonstruos mokytojas, dalį atliksite patys per pamokas ar namuose. Pabandykite ir jūs sugalvoti kitokių bandymų nagrinėjamiems reiškiniams stebėti, medžiagų savybėms tirti.

Vadovėlyje gausu paveikslų, schemų, modelių, lentelių bei grafikų, iliustruojančių mokomąją medžiagą bei padedančių ją suprasti ir įsiminti.

Kiekvieno skyrelio pabaigoje pateikiama užduočių (klausimų ir uždavinių), kurias atlikdami pasitikrinsite, ar teisingai supratote temą, ją pakartosite ir kartu nepajusite, kaip išmokote. Fizikos uždavinių sprendimas — tai žinių taikymas praktikoje. Be jo mokymasis būtų labai paviršutiniškas. Tarp užduočių rasite ir projektų savarankiškiems darbams.

Daugelyje skyrelių mažesniu pasvirusiu šriftu pateiktas intarpas „Tai įdomu". Ši medžiaga yra tik pagalbinė, padedanti plačiau žvilgtelėti į gvildenamus klausimus.

Kiekvienas iš šešių vadovėlio skyrių baigiamas trumpa to skyriaus medžiagos santrauka.

Vadovėlio pabaigoje pateikiami kai kurių užduočių atsakymai, taip pat dalykinė ir pavardžių rodyklė, kuri padės jums greičiau susirasti ieškomą fizikos terminą ar mokslininko pavardę. Taisyklingai tarkite naujus terminus, įsidėmėkite, kaip jie kirčiuojami.

Geresnių mokymosi rezultatų pasieksite, jei būsite dėmesingi tam, ką darote. Tik susikaupę geriau suprasite kiekvieną vadovėlio temą. Išlavinto dėmesio jums prireiks visą gyvenimą.

Vadovėlį nepakanka tik skaityti, o juo labiau jo tekstą mokytis mintinai. Svarbiausia jis turi padėti stebėti, analizuoti reiškinius ir procesus, lyginti medžiagų savybes, matuoti fizikinius dydžius. Jame aiškinama į formules įeinančių simbolių prasmė, pateikiamos dėsnių formuluotės, apibrėžiamos sąvokos. Tačiau to nebūtina mokytis pažodžiui. Dėsnius galima formuluoti ir savaip, neiškreipiant jų esmės. Juk tą patį dalyką galima pasakyti įvairiai.

Fizikos mokymasis padės jums suprasti daugelį gamtos reiškinių, atsakyti į gausybę kasdieniniame gyvenime kylančių klausimų, išsiaiškinti buityje paplitusių prietaisų veikimo principus, nustatyti jų gedimo priežastis. Mokydamiesi pamatysite, kaip fizikos mokslas lėmė daugelio mokslo ir technikos sričių plėtotės sėkmę.

Manau, kad, tinkamai naudodamiesi vadovėliu, dėmesingai dirbdami su juo, nė nepajusite, kaip perprasite esminius dalykus, ir prireikus pateiksite tikslų sąvokos apibrėžimą, suformuluosite dėsnį.

Sėkmės!



1 Įvadas

Šiame skyriuje susipažinsite su:

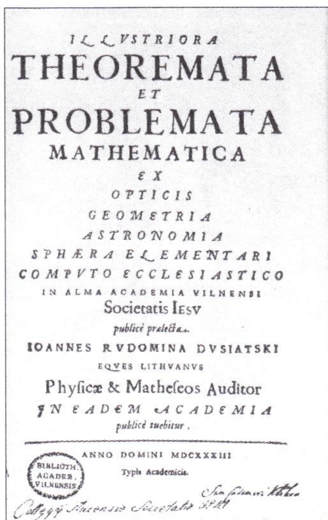
- fizikos mokslo sąvoka;
- fizikos mokslo šakomis:
  - mechanika,
  - termodinamika,
  - elektra,
  - optika;
- fizikos mokslo įtaka:
  - gamtai,
  - žmogui,
  - technikos plėtrai;
- fizikiniais reiškiniais;
- fizikiniais kūnais.

1.1. Kas yra fizika

Tai įdomu

• *Senajame Vilniaus universitete fizika dėstyta nuo pat jo įkūrimo, t. y. nuo 1579 metų, kaip Aristotelio fizikos dalis ir vadinta gamtos filosofija.*

• *Pirmąją fizikos knygą Lietuvoje 1633 m. lotynų kalba parašė karo įtvirtinimų inžinierius J o n a s R u d a m i n a D u s e t i š k i s (1.1 pav.).*



ILLVSTRIORA
THEOREMATA
ET
PROBLEMATA
MATHEMATICA
EX
OPTICIS
GEOMETRIA
ASTRONOMIA
SPHÆRA ELEMENTARI
COMPVTO ECCLESIASTICO
IN ALMA ACADEMIA VILNENSI
Societatis IESV
publicè prælecta.
IOANNES RVDOMINA DVSIATSKI
EQVES LITHVANVS
Physicæ & Matheseos Auditor
IN EADEM ACADEMIA
publicè tuebitur.
ANNO DOMINI MDCXXXIII
Typis Academicis.

1.1 pav.

Fizika

Dar žiloje senovėje žmonės stebėjo įvairius gamtoje vykstančius reiškinius, bandė juos aiškinti ir sisteminti. Taip atsirado gamtą tiriantis mokslas, pavadintas **fìzika** (gr. *physis* — gamta). Fizikos terminą IV a. pr. Kr. pirmasis pavartojo didis graikų filosofas ir mokslininkas A r i s t o t e l i s (*Aristoteles*, 384—322 pr. Kr.) savo knygoje „Fizika", kurioje apibendrino senovės tautų sukauptas žinias apie gamtos reiškinius, dangaus ir žemės kūnus, jų judėjimą ir t. t., taip pat savo ir savo mokinių surinktus bei susistemintus faktus. Taigi tuo metu fizika apėmė visą to meto mokslą.

Plečiantis mokslui, fizika jau negalėjo aprėpti visos gamtos, todėl atsirado naujos gamtos mokslo šakos: botanika — mokslas apie augalus, zoologija — mokslas apie gyvūnus, chemija — mokslas, tiriantis medžiagas, jų sudėtį, savybes ir kitimus, kurių metu vienos medžiagos virsta kitomis, meteorologija — mokslas, nagrinėjantis Žemės atmosferą bei joje vykstančius procesus, astronomija — mokslas apie visatos sandarą ir raidą ir kt.

Fizika tiria:

• fizikinius reiškinius,
• fizikinius kūnus,
• medžiagas ir jų savybes.

Aptarkime kiekvieną iš jų.

1.2 pav.

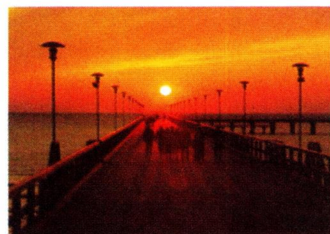


1.3 pav.



Fizikiniai reiškiniai

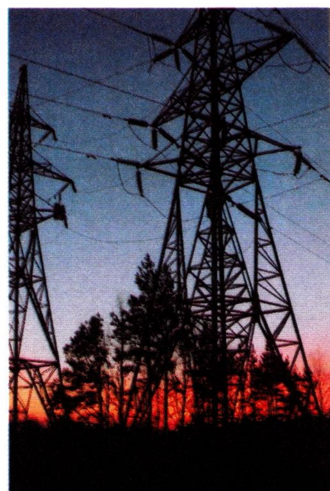
Įvairūs gamtoje vykstantys kitimai vadinami reiškiniais. Tie reiškiniai, dėl kurių vienos medžiagos nevirsta kitomis, vadinami **fizikìniais reiški-niaĩs**. Jų yra labai daug. Štai keletas pavyzdžių: keliu važiuoja automobilis, žiemą užšąla ežeras (1.2 pav.), pavasarį tirpsta ledas, groja orkestras (1.3 pav.), leidžiasi saulė (1.4 pav.), laidais teka elektros srovė (1.5 pav.).



1.4 pav.

Fizikiniai kūnai

Be fizikinių reiškinių, fizika tiria daugelį aplinkos daiktų, kurie vadinami **fizikìniais kū́nais**, arba tiesiog **kū́nais**. Tai automobilis, lėktuvas, medis, žmogus, futbolo ar krepšinio kamuolys ir t. t. Fizikoje kūnu vadinamas ir ribotas medžiagos kiekis, kurio daiktu kasdieniniame gyvenime nevadiname, pavyzdžiui, gabalas plastilino, ledėsis, kambario oras, indas vandens.



1.5 pav.

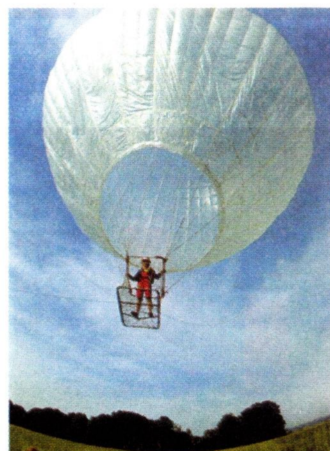
Medžiagos

Kūnai yra sudaryti iš įvairių **mẽdžiagų**, kaip antai geležies, vandens, stiklo ar plastiko. Dabar jų žinoma daugiau kaip trylika milijonų, kiekviena pasižymi jai būdingomis savybėmis: spalva, kvapu, skoniu, tankumu, laidumu ir kt.

Fizikos mokslo šakos

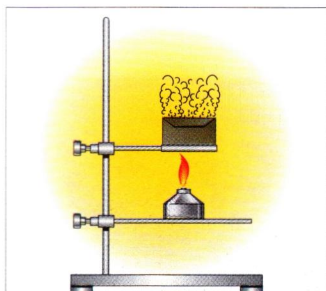
Kadangi fizikiniai reiškiniai, fizikiniai kūnai ir medžiagos yra labai įvairūs, turi daug fizikinių savybių, juos tirti įmanoma tik suskirsčius į grupes. Dėl to atsirado fizikos mokslo šakos: **mechãnika**, **termodinãmika**, **elektrà**, **òptika** bei kitos, kurias ir nagrinėsime mokydamiesi šio dalyko.

1.6 pav.



Mechanika (gr. *mēchanē* — įrankis, statinys) *tiria mechaninį kūnų judėjimą*. Mokydamiesi jos, sužinosime, kaip apskaičiuoti kūnų greitį ar nueitą kelią, kodėl neskęsta vandenyje sunkūs laivai, skraido oro balionai (1.6 pav.) ir kt.

Termodinamika (gr. *thermos* — šiltas, karštas + + *dynamikos* — jėgos, jėginis), *arba šilumos mokslo*



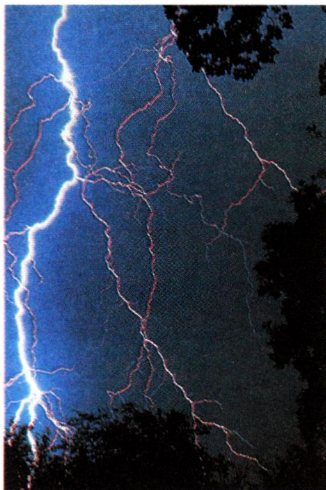
1.7 pav.

šaka, nagrinėja šiluminius reiškinius. Su jais susiduriame stebėdami tirpstantį sniegą, kasdien gamindami maistą, matuodami kūno temperatūrą ir t. t. Tačiau, atrodo, neįtikimas dalykas, kad vandenį galima užvirinti popierinėje dėžutėje.

1 bandymas. Iš popieriaus išlankstykime nedidelę dėžutę ir padėkime ją ant stovo žiedo. Įpilkime į dėžutę truputį vandens. Po dėžute pastatykime degančią spiritinę lemputę ar žvakę. Po kurio laiko pamatysime, kad vanduo verda, o liepsnos kaitinamas popierius nedega (1.7 pav.).

Kodėl taip yra, išsiaiškinsime nagrinėdami medžiagų šilumos laidumą.

Elektros (gr. *ēlektron* — gintaras) *mokslas supažindins su buityje ir technikoje plačiai taikoma elektra, elektriniais reiškiniais gamtoje.* Vienas tokių yra žaibas (1.8 pav.).



1.8 pav.

Optika (gr. *optikē* — regėjimo mokslas) *nagrinėja šviesos reiškinius:* šviesos sklidimą, atvaizdų susidarymą veidrodžiuose, akinių veikimą, vaivorykštės atsiradimą ir kt.

2 bandymas. Ant demonstracinio stalo pastatykime lakštą stiklo, o priešais jį nedideliu atstumu — žvakę. Kitą tokią pat žvakę įdėkime į stiklinę su vandeniu ir pastatykime už stiklo tokiu pat atstumu nuo jo, kaip ir pirmąją. Uždegus pirmą žvakę, atrodo, kad dega ir antroji, esanti stiklinėje (1.9 pav.). Ir vėl tenka atsakyti į klausimą: „Kodėl?“ Tai sužinosite mokydamiesi optikos.

Mūsų laukia ilgas, nelengvas, bet įdomus fizikinių reiškinių, fizikinių kūnų, įvairių medžiagų fizikinių savybių pažinimo kelias.

1.9 pav.



Užduotys

1. Pateikite fizikinių reiškinių, fizikinių kūnų, medžiagų pavyzdžių.

2. Kurie čia išvardytų reiškinių yra fizikiniai: važiuoja automobilis, eina žmogus, dega žvakė, plaukia laivas, pūva pomidoras, verda vanduo, rūdija vinis, lekia krepšinio kamuolys, griaudėja perkūnija?

3. Nurodykite, kurie čia išvardytų daiktų vadinami fizikiniais kūnais: knyga, pieštukas, šakutė, geležis, dviratis, molis, ledas, Saulė.

4. Kurie šių daiktų yra medžiagos: cementas, Mėnulis, dviračio padanga, guma, žirklės, plyta, kreida, stiklas, vanduo?

5. Planeta, kurioje gyvename, vadinasi Žemė. Paviršinis jos sluoksnis taip pat vadinamas žeme. Kurią šių sąvokų labiau tinka sieti su fizikiniu kūnu, kurią — su medžiaga?

6. Viename butelyje pienas surūgo, kitame nusistojo grietinėlė. Kuriame butelyje įvyko fizikinis reiškinys?

7. Iš kurių medžiagų pagaminti šie daiktai (fizikoje vadinami fizikiniais kūnais): liniuotė, stiklinė, vinis, kėdė, pieštukas?

8. Kuriuos kūnus galima pagaminti iš šių medžiagų: aliuminio, stiklo, molio, geležies?

9. Išvardykite jūsų bute esančius bet kuriuos penkis daiktus ir nurodykite medžiagas, iš kurių jie pagaminti.

1.2. Kaip fizika tiria gamtą



GALILĖJAS GALILĖJUS (1564—1642) — italų fizikas, astronomas, eksperimentinio metodo gamtai pažinti pradininkas. Pirmasis pastebėjo inercijos reiškinį, atrado kūnų kritimo ir svyruoklės svyravimo dėsnius. Išrado temperatūros matavimo prietaisą — termoskopą. Pasigamino teleskopą ir juo atliko daug astronominių stebėjimų, gynė Koperniko heliocentrinės sistemos idėją.
G. Galilėjus siuntė į Vilnių lėšius teleskopui; čia ketino spausdinti savo veikalus.

Daugelį fizikinių reiškinių (planetų judėjimą danguje, vaivorykštę, iš rankų paleistų kūnų kritimą, rūko susidarymą, vandens virimą bei garavimą ir kt.) tiriame tiesiogiai juos stebėdami gamtoje. Tačiau dažnai to nepakanka. Tada tenka pasitelkti specialius prietaisus arba net labai sudėtingą įrangą. Tokį tyrimo būdą vadiname **bañdymu**, arba **eksperimentù** (lot. *experimentum* — mėginimas, bandymas). Stebėjimas nenutrūksta ir atliekant bandymus, tačiau stebima turint tam tikrą tikslą, pagal iš anksto gerai apgalvotą planą.

Mokydamiesi fizikos, atliksime daug bandymų. Mėginsime nustatyti ir suprasti fizikinių reiškinių dėsningumus, medžiagų savybes. Išmokę bandymo būdu spręsti paprastas praktiškas problemas, geriau galėsime savo žinias taikyti praktikoje, suprasti dažnai naudojamų technikos prietaisų veikimą.

Eksperimentinio tyrimo metodo pradininku laikomas italų mokslininkas Galilėjas Galilėjus (*G. Galilei*, 1564—1642). Puoselėdami eksperimentinę fiziką Lietuvoje, daug pasidarbavo mokslininkai Povilas Brazdžiūnas (1897—1986), Kazimieras Baršauskas (1904—1964) ir kt.

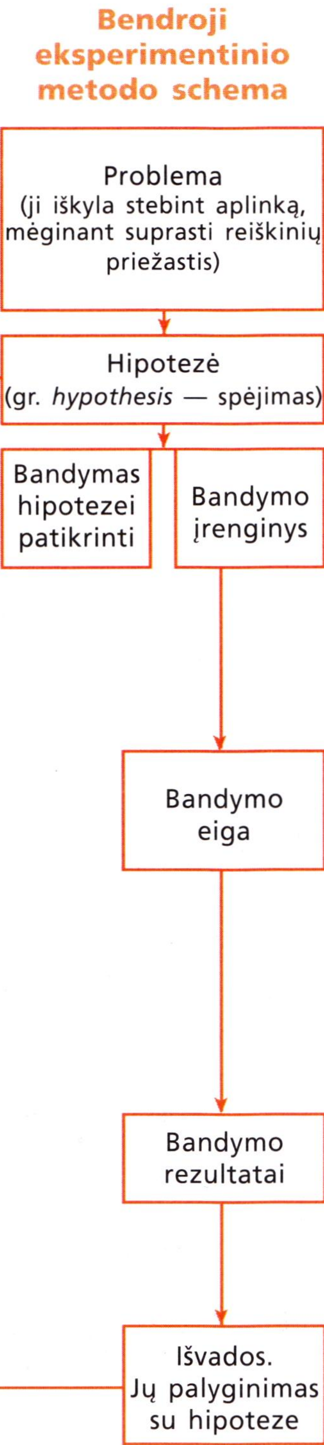




POVILAS BRAZDŽIŪNAS (1897—1986) — lietuvių fizikas, akademikas, profesorius, vienas fizikos mokslo organizatorių Lietuvoje, tyrinėjo medžiagų elektrines savybes, organizavo puslaidininkių, t. y. medžiagų, kurios elektriniu laidumu užima tarpinę padėtį tarp laidininkų ir izoliatorių, tyrimus, aktyviai kūrė lietuvišką fizikos terminiją.

KAZIMIERAS BARŠAUSKAS (1904—1964) — lietuvių fizikas, akademikas, profesorius, vienas iš Kauno politechnikos instituto (dabar — Kauno technologijos universitetas) įkūrimo organizatorių, tyrė antrinius kosminius spindulius, ultragarsą, parašė nemažai fizikos vadovėlių bei mokslo populiarinamųjų knygų.

Šio metodo esmę atskleidžia bendroji jo schema bei tą schemą iliustruojantis pavyzdys:



P a v y z d y s. Šiluminio kūnų (medžiagų) plėtimosi tyrimas

Pastebime, kad vasarą telefono laidai tarp stulpų būna nukarę, o žiemą išsitempę (kartais net nutrūksta). Matyt, keičiantis temperatūrai, jie tai pailgėja, tai sutrumpėja. Ar iš tikrųjų taip yra? Bandymu patikrinsime metalų plėtimąsi.

Šildomi metaliniai kūnai plečiasi.

Žiedas, pro kurį laisvai praeina rutuliukas.

Rutuliukas pakaitinamas spiritine lempute ar elektrine viryklėle, paskui bandoma jį landinti pro žiedą.

Šaltas rutuliukas pralenda pro žiedą, įkaitęs — ne.

Jei kartu kaitinsime rutuliuką ir žiedą, rutuliukas vėl pralįs.

Šildomi metalai plečiasi.

Hipotezė pasitvirtino.

Atidžiai juos išnagrinėję, suvokiame, kaip mokslininkai prieina prie svarbių išvadų.

Tačiau nepagalvokite, kad mokslo išvados daromos taip lengvai. Tas pats bandymas paprastai kartojamas po keletą, keliolika ar net kelis šimtus kartų su įvairiomis medžiagomis, tomis pačiomis bei skirtingomis sąlygomis, skirtingų mokslininkų ir pan. Tada po ilgo ir kruopštaus darbo, gavus naujų duomenų ir apibendrinus visų bandymų rezultatus, iškelta hipotezė atmetama arba patvirtinama. Patvirtinta hipotezė virsta moksliniu faktu ir įgyja **fìzikos dėsnio** išraišką.

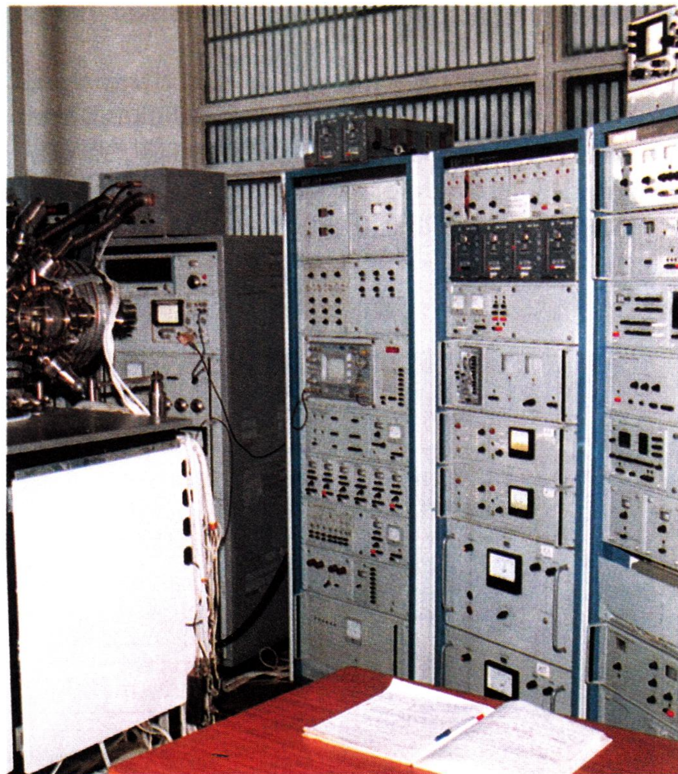
Šių laikų fizikai tyrimus atlieka moderniose laboratorijose su sudėtinga ir brangia aparatūra. Kaip atrodo šiuolaikinė fizikos laboratorija, matyti 1.10 paveiksle.

Vis dėlto, tirdami įvairius reiškinius, fizikai neapsiriboja vien eksperimentais, o plačiai taiko vadinamąjį teorinį metodą, kuris padeda sukurti viso

1.10 pav.







reiškinio ar proceso matematinį modelį, apibendrinti eksperimentų rezultatus, numatyti naujas tiriamų kūnų savybes. Vienu žymiausių teorinės fizikos specialistų Lietuvoje laikomas Adolfas Jucys (1904—1974).



ADOLFAS JUCYS (1904—1974) — lietuvių fizikas teoretikas, akademikas, teorinės fizikos pradininkas Lietuvoje, plėtojo atomų teoriją, pirmasis Lietuvoje suprato skaičiavimo mašinų svarbą, jo pastangomis buvo gautos ir pradėjo veikti pirmosios Lietuvoje elektroninės skaičiavimo mašinos. A. Jucys turėjo didelį mokslo organizatoriaus talentą, rūpinosi lietuviškų fizikos terminų kūrimu ir vartosena.

Užduotys ??

1. Kokia yra bendroji eksperimentinio metodo schema?

2. Išvardykite jūsų pastebėtus fizikinius reiškinius.

3. Ant balanos užberkite truputį cukraus ir ją uždekite. Stebėkite, kaip cukrus lydosi, verda, garuoja, dega. Kurie šių reiškinių yra fizikiniai?

4. Kokiu bendru žodžiu galima pavadinti automobilį, dviratį, lėktuvą ir paukštį?

5. Kokiu bendru žodžiu galima pavadinti stiklą, geležį ir gumą?

6. Kodėl tiriamus gamtos reiškinius nepakanka stebėti vien natūraliomis sąlygomis?

7. Išvardykite jums žinomas medžiagas.

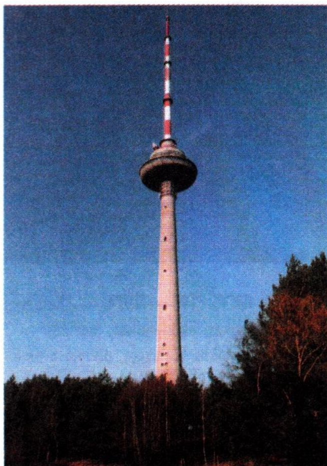
8. Pateikite keletą jums žinomų fizikinių kūnų pavyzdžių.

9. Nurodykite tris medžiagas, iš kurių galima pagaminti 1.11 paveiksle pavaizduotus kūnus.



1.11 pav.

1.3. Fizika, technika, gamta



1.12 pav.

Fizika — technikos pagrindas

Fizika yra teorinis technikos pagrindas. Technika palengvina žmonių gyvenimo sąlygas, atlieka daugelį darbų: kranai kelia sunkius krovinius, ekskavatoriai kasa kanalus, traktoriai aria. Susisiekimo priemonės gyvenimą padarė judresnį. Sunku įsivaizduoti mūsų kasdienybę be automobilių, lėktuvų, laivų. Radijas ir televizija (1.12 pav.) suartino tolimiausius pasaulio kampelius. Kompiuteriai palengvino ir paspartino protinį darbą. Be elektros energijos imtuvų negalėtų dirbti nė viena dabarties pramonės įmonė. Mūsų buityje taip pat gausu prietaisų, kurie veikia vartodami elektrą, kaip antai: šaldytuvas, televizorius, muzikos centras, laidynė, skalbimo mašina, dulkių siurblys, mikrobangų krosnelė.

Kodėl gi teorinis šių techninių įrenginių pagrindas yra fizika? Ogi todėl, kad juos konstruojant remiamasi fizikų ištirtais reiškiniais bei atrastais

1.13 pav.



dėsniais. Antai, ištyrus daugelį šiluminių reiškinių, buvo sukurti vidaus degimo varikliai, kurie varo automobilius, lėktuvus ar laivus. Išsiaiškinus elektrinių reiškinių fizikinius pagrindus, pasidarė įmanoma kurti įvairius elektrinius prietaisus, elektros mašinas, statyti hidroelektrines, šilumines, akumuliacines bei atomines elektrines (1.13 pav.). Nustačius šviesos ir garso reiškinių dėsningumus, atsirado radijas ir televizija. Fizikos žinios taikomos ir daugelyje kitų mokslų bei technikos sričių. Pavyzdžiui, šiuolaikiniais fizikos tyrimo metodais bei registravimo aparatūra naudojasi astronomai, norėdami gauti žinių apie kosminių kūnų gelmėse vykstančius procesus, biologai ir genetikai, tiriantys gyvybę molekuliniu lygiu, chemikai, kuriantys medžiagas su iš anksto numatytomis savybėmis, inžinieriai, tobulinantys šiandien ypač svarbias darbo priemones — kompiuterius (mažinantys jų matmenis, didinantys greitį ir patikimumą) ir t. t. Sunku net išvardyti visas mokslo bei technikos sritis, kurioms fizika turi poveikį.

Antra vertus, technikos plėtra daro įtaką ir fizikos mokslui: skatina jo pažangą, kelia naujus uždavinius mokslininkams.

Technikos žala

Vis dėlto technikos plėtra turi ir neigiamų padarinių. Dėl netobulos technologijos į aplinką išmetama daug kenksmingų medžiagų, kaip antai pramonė ir energetika teršia orą sieros, anglies bei azoto junginiais, autotransportas — anglies, azoto bei švino junginiais, suodžiais. Užteršti vandenys nuodija žuvis. Technologinės atliekos teršia ir žemę (švinu, naftos produktais). Daug nemalonumų gali sudaryti ir buitinės atliekos. Šiuolaikinių technologijų siūlomos pakuotės kelia nemažai rūpesčių (ypač netoli didelių miestų) jas tvarkant taip, kad nekenktų gamtai ir žmogui (1.14 pav.). Žmogų vargina padažnėjusios kai kurios ligos. Dar ilgai bus juntami Černobylio atominės elektrinės avarijos pėdsakai. Su nerimu žiūrime į Ignalinos atominę elektrinę.

1.14 pav.





Žalingas technikos, technologinių procesų, gamybos atliekų poveikis bus tuo mažesnis, kuo geriau sugebėsime nustatyti jo priežastis. Čia vėl daug gali padėti fizikos, kaip šių dienų teorinio technikos pagrindo, žinios. Jomis ir kitais mokslais remiantis, aplinkai kenksmingas gamybos technologijas bus galima pakeisti palankesnėmis, sukurti mašinas ir mechanizmus, kuo mažiau teršiančius aplinką, išvengti ekologinių[1] katastrofų, nelaimingų atsitikimų, saugiai dirbti bet kurį darbą.

[1] Ekologija (gr. *oikos* — namas, būstinė, tėvynė + *logos* — žodis, sąvoka, mokslas) — mokslas, tiriantis organizmų tarpusavio santykius ir santykius su gyvenamąja aplinka, gyvosios ir negyvosios gamtos sąveiką.

Užduotys ? ?

1. Kodėl fizika yra technikos pagrindas?

2. Kokia fizikos reikšmė technikai? Pateikite pavyzdžių.

3. Kokia technikos pažangos nauda? Pateikite pavyzdžių.

4. Kokia neapgalvotos, neracionalios žmogaus veiklos žala? Pateikite pavyzdžių.

5. Išvardykite jums žinomas Lietuvos elektrines.

6. Išvardykite jūsų namuose esančius buitinius prietaisus, vartojančius elektros energiją.

7. Kurios jums žinomos mašinos palengvina žmogaus darbą?

8. Remdamiesi internetu, parenkite projektą apie fizikos, technikos bei gamtos ryšį.

Skyriaus „Įvadas" santrauka

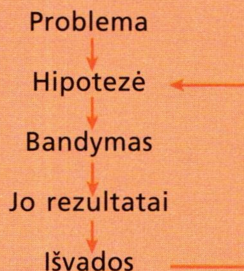
Fizika — gamtos mokslas.

Fizika tiria:

• fizikinius reiškinius — gamtoje vykstančius reiškinius, dėl kurių vienos medžiagos nevirsta kitomis (šviesos sklidimą, elektros srovės tekėjimą, kūnų judėjimą ir pan.);

• fizikinius kūnus — aplinkos daiktus, taip pat ribotą medžiagos kiekį (knygą, pieštuką, Saulę, ledėsį, stiklinę vandens ir t. t.);

• medžiagas (vandenį, metalus, stiklą, plastiką ir kt.) ir jų savybes (tankumą, laidumą ir pan.).

Fizikos šakos	Mechanika
	Termodinamika
	Elektra
	Optika
	...
Bendroji eksperimentinio metodo schema	



2 Fizikiniai dydžiai ir jų matavimo vienetai

Šiame skyriuje susipažinsite su:

- fizikiniais dydžiais;
- tų dydžių matavimu;
- metrine matavimo vienetų sistema;
- tarptautine matavimo vienetų sistema:
  - ilgio vienetu metru,
  - masės vienetu kilogramu,
  - laiko vienetu sekunde;
- ilgio, ploto, tūrio, masės bei laiko matavimo prietaisais;
- medžiagos tankio sąvoka.

2.1. Fizikinių dydžių vienetų sistemos

Fizikinių dydžių matavimas

Įvairūs fizikiniai reiškiniai, kūnai, medžiagos pasižymi būdingomis savybėmis: judėjimas — sparta, svyravimas — trukme, automobilis — inertiškumu, geležis — tankumu (žr. p. 45) ir t. t. Čia paminėtas ir kitas reiškinių, kūnų bei medžiagų savybes apibūdina tam tikri dydžiai, vadinami **fizìkiniais dỹdžiais**. Tai greitis, laikas, masė, tankis, ilgis, temperatūra ir t. t.

Norint sužinoti, pavyzdžiui, kokiu greičiu važiuoja automobilis ar sklinda garsas, kiek vandens išstumia plūduriuojantis krovininis laivas, kokio ilgio kelią nueina turistai, kiek šilumos reikia vandeniui arbatinyje užvirinti, būtina išmatuoti fizikinius dydžius.

Išmatuoti kurį nors fizikinį dydį — tai palyginti jį su tos pačios rūšies dydžiu, kuris laikomas to dydžio matavimo vienetu.

Išmatavus dydį, randama jo skaitinė vertė, išreikšta atitinkamu matavimo vienetu. Visi fizikiniai dydžiai turi savo matavimo vienetus, todėl, išmatavus kurį nors dydį, prie matavimo rezultato (skaičiaus) visada rašomas matavimo vienetas. Pavyzdžiui, du metrai — 2 m, keturi kilogramai — 4 kg, penkiolika sekundžių — 15 s, šešiasdešimt kilometrų per valandą — 60 km/h.

Išmatuotais fizikiniais dydžiais galime tiksliau apibūdinti tiriamų objektų savybes, pavyzdžiui, pasakyti, kiek kartų automobilio greitis didesnis už pėsčiojo, kiek vienas variklis galingesnis už kitą, kiek kartų vienas kūnas labiau slegia paviršių negu kitas, kiek kartų vandens tankis didesnis už vandens garų tankį.

Matuojant vienarūšius fizikinius dydžius, reikia vartoti vienodus matavimo vienetus, kitaip bus neįmanoma tų dydžių palyginti.



2.1 pav.



2.2 pav.

Matai senovėje

Matai atsirado tada, kai žmogui prireikė matuoti aplinkos daiktus. Siūdami drabužius, gamindami ginklus, statydami būstus, mūsų protėviai turėjo nustatyti jų dydį. Tai buvo labai seniai, ir sužinoti, pavyzdžiui, kada atsirado pirmasis ilgio vienetas, neįmanoma. Daugelį šimtmečių vartotų matavimo vienetų pavadinimai (pėda, sieksnis, alkūnė ir kt.) rodo, kad jie dažniausiai buvo susiję su žmogaus kūno dalių dydžiu. Tačiau žmonės nevienodi, todėl skirtingo didumo ir matavimo vienetai.

Iš 2.1 paveikslo matyti, kaip buvo nustatomas vienos pėdos dydis.

Viduramžiais beveik kiekvienas kraštas turėjo savus ilgio matavimo vienetus. Kad nekiltų nesusipratimų tarp pirklių ir pirkėjų, kai kur prie miestų rotušių sienų būdavo pritvirtinami ilgio etalonai[1] (2.2 pav.).

Metrinė vienetų sistema

Plečiantis ekonominiams, prekybiniams, moksliniams ryšiams tarp valstybių ir miestų, matavimo vienetų įvairovė ėmė stabdyti pažangą. Todėl prireikė suvienodinti matavimo vienetus ir pavienių valstybių viduje, ir tarptautiniu mastu. Taip vienetai buvo pradėti sisteminti.

Tai įdomu!

- *Vienas iš metrinės vienetų sistemos autorių buvo įžymus prancūzų fizikas, matematikas ir astronomas Pjeras Simonas Laplasas* (P. S. Laplace, *1749—1827).*
- *Metrinė vienetų sistema pradėta vartoti 1793 m. rugpjūčio 1 d. revoliucinės Prancūzijos vyriausybės konvento nutarimu.*

[1] Etalonas (pranc. *etalon*) — pavyzdinis matas, matavimo prietaisas, naudojamas matavimo vienetui atkurti, saugoti ir perduoti didžiausiu įmanomu tikslumu.

Dabar vartojama **mètrinė** (gr. *metron* — matas) **víenetų sistemà** buvo sukurta ir įvesta Prancūzijoje XVIII amžiaus pabaigoje. Tarptautinį pobūdį ji įgijo tik 1875 metais, kai Paryžiuje 17 valstybių pasirašė metrinę konvenciją (lot. *conventio* — susitarimas, sutartis), t. y. tarptautinę sutartį, reguliuojančią metrinės vienetų sistemos tobulinimą bei laiduojančią matavimų vienodumą. Lietuvoje metrinė sistema buvo įteisinta 1920 metais.

Metrinė sistema, kurios pagrindiniai vienetai yra metras ir kilogramas, kitaip dar vadinama dešimtaine vienetų sistema, nes stambesni jos vienetai didesni už smulkesnius 10, 100, 1000 ir t. t. kartų, taigi jie yra skaičiaus 10 kartotiniai. Didesni už pagrindinius vienetai vadinami **kartótiniais víenetais**, mažesni — **dalìniais**. Kartotiniai vienetai sudaromi dauginant pagrindinius vienetus iš 10, 100, 1000, ..., o daliniai — dalijant iš 10, 100, 1000, ..., arba dauginant iš 0,1, 0,01, 0,001, ... Tai labai patogu pasirenkant norimus vienetus arba vienus vienetus reiškiant kitais.

Kartotinių ir dalinių vienetų pavadinimai siejami su atitinkamų pagrindinių vienetų pavadinimais. Tam tikslui prie pagrindinio vieneto pavadinimo pridedami tam tikri priešdėliai, žymintys daugiklį, iš kurio dauginamas pagrindinis vienetas. Praktikoje dažniausiai vartojami šie priešdėliai:

Priešdėlis	Jo santrumpa	Daugiklis	Vieneto pavyzdys
piko-	p	0,000 000 000 001	pikosekundė (ps)
nano-	n	0,000 000 001	nanometras (nm)
mikro-	μ[1]	0,000 001	mikrometras (μm)
mili-	m	0,001	miligramas (mg), milimetras (mm)
centi-	c	0,01	centimetras (cm)
deci-	d	0,1	decimetras (dm)
kilo-	k	1000	kilometras (km), kilogramas (kg)
mega-	M	1 000 000	megametras (Mm)

[1] Čia μ — graikų kalbos raidė (tariama „mi“).

Tarptautinė vienetų sistema

Metrinės sistemos pagrindu formavosi įvairių fizikos šakų metrinės vienetų sistemos, o iš jų 1960 m. buvo sudaryta **tarptautìnė víenetų sistemà**, trumpiau vadinama **SI** (pranc. *Système International*), kuri 1971 metais buvo papildyta vienu nauju matavimo vienetu (moliu). Tokia papildyta sistema vartojama ir dabar. 1980 metais Lietuvoje ji tapo privaloma.

Pagrindiniai tarptautinės sistemos matavimo vienetai yra šie:

ilgio — **mètras** (m),
masės — **kilogrãmas** (kg),
laiko — **sekùndė** (s),
elektros srovės stiprio — **ampèras** (A),
termodinaminės temperatūros — **kèlvinas** (K),
šviesos stiprio — **kandelà** (cd),
medžiagos kiekio — **mòlis** (mol).

Su kai kuriais iš jų plačiau susipažinsime šiais mokslo metais, o su kitais — aukštesnėse klasėse.

Iš pagrindinių vienetų pagal fizikinius dydžius siejančias formules[1] sudaromi vadinamieji **išvestìniai SI víenetai**, kaip antai ploto, tūrio ar greičio.

[1] Formulė (lot. *formula* — pavyzdys, taisyklė) — teiginio ar apibrėžimo simbolinis užrašymas skaičiais, raidėmis ir matematiniais ženklais.

Užduotys ? ?

1. Ką apibūdina fizikiniai dydžiai?

2. Ką reiškia išmatuoti fizikinį dydį?

3. Kodėl metrinė vienetų sistema vadinama dešimtaine?

4. Nurodykite keletą kartotinių bei dalinių matavimo vienetų.

5. Išvardykite pagrindinius SI vienetus.

6. Kodėl ploto ar greičio vienetai vadinami išvestiniais?

Tai įdomu !

• *Lietuvoje iki 1920 m. vartoti tokie matavimo vienetai (greta pateikiama jų vertė dažniausiai dabar vartojamais vienetais):*

Ilgio vienetai	
Aršinas	71,12 cm
Colis	25,4 mm
Kartis, rykštė	4,87 m
Kelio varstas (rus.)	1,067 km
Mylia (rus.)	7,467 km
Pėda (rus.)	30,48 cm
Sieksnis	2,133 m
Uolektis	57,78 cm
Verškas (rus.)	4,445 cm
Masės vienetai	
Birkavas (rus.)	163,805 kg
Centneris	50 kg
Drachma (rus.)	3,732 g
Lastas	2000 kg
Svaras (liet.)	365,47 g
Uncija (vaistų)	29,86 g
Ploto vienetai	
Dešimtinė (rus.)	10925,4 m^2
Margas (liet.)	7283,36 m^2
Valakas (liet.)	21,38 ha
Tūrio vienetai	
Gorčius (liet.)	2,82 l
Kibiras (rus.)	12,2994 l
Kvorta	0,70 l
Pūras (liet.)	67,2 l
Saikas	16,9 l
Statinė (liet.)	407 l
Stuopa	1,2299 l

• *Matavimo vienetų pavadinimus, apibrėžimus, simbolius ir vertes tvirtina Generalinė svarsčių ir matų konferencija. Apibrėžimai čia nuolat tikslinami. Antai metro bei sekundės apibrėžimas keistas jau kelis kartus.*

2.2. Ilgio matavimas. Metras

Tai įdomu !!

• *Ilgio vienetą metru pirmasis pavadino Vilniuje kurį laiką gyvenęs italų fizikas ir mechanikas, Lenkijos karaliaus ir Lietuvos didžiojo kunigaikščio Jono Kazimiero sekretorius* T i t a s L i v i j u s B u r a t i n i s (T. L. Buratini) *1675 m. Vilniuje išleistoje knygoje „Misura universale" („Universalusis matas").*

• *Ilgio vienetu viduramžiais imdavo karaliaus pėdą. Prancūzų pėda nustatyta pagal Karolio Didžiojo (742—814) kojos didumą.*

Ilgis ir jo matavimo vienetai

Fizikoje įvairių kūnų ilgis paprastai žymimas raide *l*. Kaip jau žinome, pagrindinis jo matavimo vienetas tarptautinėje vienetų sistemoje yra *mètras*. Trumpai tai galime užrašyti taip:

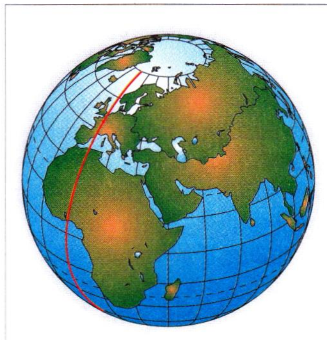
$$[l] = 1 \text{ m}.$$

Tarp laužtinių skliaustų pateiktas fizikinio dydžio simbolis reiškia to dydžio matavimo vienetą.

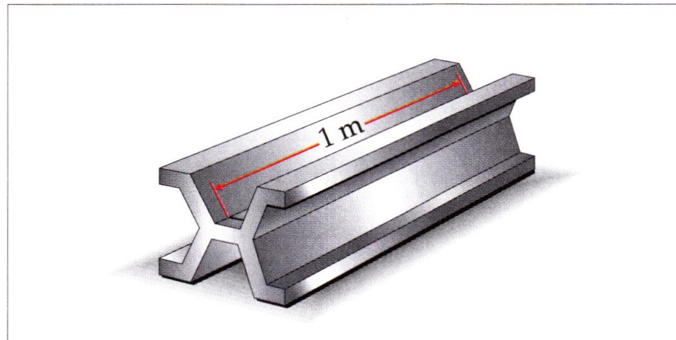
1791 m. vienas metras buvo apibrėžtas kaip 1/40 000 000 per Paryžių einančio Žemės dienovidinio dalis (2.3 pav.). Išmatavus šios dienovidinio dalies ilgį, pagamintas tokio pat ilgio etalonas — platinos ir iridžio lydinio tašelis, kurio galuose įbrėžti brūkšneliai. Atstumas tarp jų lygus vienam metrui (2.4 pav.). Ilgio etalonas saugomas Tarptautiniame matų ir svarsčių biure netoli Paryžiaus. Šio etalono kopijas turi daugelis valstybių.

Viską reikšti metrais kartais nėra patogu. Todėl praktikoje vartojami ir mažesni bei didesni ilgio vienetai: pikometras (pm), nanometras (nm), mikrometras (μm), milimetras (mm), centimetras (cm), decimetras (dm), kilometras (km). Kaip šie daliniai

2.3 pav.



2.4 pav.



bei kartotiniai ilgio vienetai susiję su pagrindiniu vienetu — metru, matyti toliau pateiktoje lentelėje:

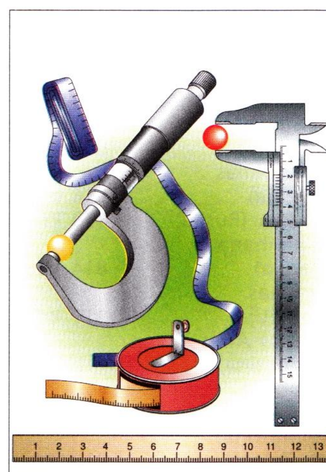
Kiti ilgio matavimo vienetai ir jais išreikšto atstumo pavyzdžiai

Vieneto žymėjimas	Ryšys su 1 m	Pavyzdys
1 pm	1 pm = 0,000 000 000 001 m	100 pm — atomo skersmuo
1 nm	1 nm = 0,000 000 001 m	10 nm — viruso ilgis
1 μm	1 μm = 0,000 001 m	30 μm — plauko skersmuo
1 mm	1 mm = 0,001 m	1 mm — mažiausias tarpas tarp liniuotės skalės brūkšnelių
1 cm	1 cm = 0,01 m	5 cm — degtukų dėžutės ilgis
1 dm	1 dm = 0,1 m	1,2 dm — kompaktinio disko skersmuo
1 km	1 km = 1000 m	100 km — atstumas nuo Vilniaus iki Utenos
1 Mm	1 Mm = 1 000 000 m	384 Mm — vidutinis atstumas nuo Žemės iki Mėnulio

Ilgio matavimas

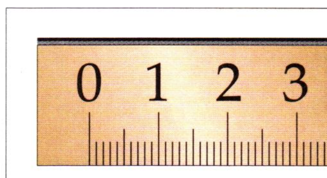
Išmatuoti kurio nors kūno ilgį — tai palyginti jį su ilgio etalonu, t. y. nustatyti, kiek kartų tas kūnas yra ilgesnis arba trumpesnis už etaloną. Lyginimui naudojame įvairius ilgio matavimo prietaisus, pagamintus pagal etaloną: liniuotę, matavimo juostą, ruletę, sulankstomą metrą, slankmatį, mikrometrą (2.5 pav.).

2.5 pav.



Prietaiso skalės padalos vertė

Visi šie ilgio matavimo prietaisai turi skales (lenteles), kuriose vienodais tarpais pažymėti brūkšneliai, vadinami padalomis, kitaip tariant, šie



2.6 pav.

prietaisai yra sugraduoti (lot. *gradus* — žingsnis, laipsnis). Prie padalų (dažniausiai ne prie visų) būna surašyti skaičiai — atitinkamos ilgio vertės (2.6 pav.). Atstumas tarp gretimų skalės padalų vadinamas prietaiso **skãlės padalõs vertè**. Tai yra labai svarbus dydis. Prieš pradedant matuoti kurio nors kūno ilgį tam tikru prietaisu, pirmiausia reikia išsiaiškinti, kokia yra to prietaiso skalės padalos vertė.

Kaip praktiškai ji nustatoma? Tam tikslui pasirenkami du gretimi skalės brūkšneliai, prie kurių nurodytos dydžio vertės, ir iš didesnės vertės atimama mažesnė. Tada gautas skaičius padalijamas iš padalų, esančių tarp pasirinktų skalės brūkšnelių, skaičiaus. Pavyzdžiui, 2.6 paveiksle pavaizduotos liniuotės padalos vertė yra 0,1 cm, arba 1 mm, nes tarpas tarp skaičių 0 ir 1, atitinkantis 1 cm, padalytas į 10 lygių dalių, o $\frac{1\text{ cm} - 0\text{ cm}}{10} = 0,1\text{ cm}$.

Tai įdomu ! !

• *Atstumai nuo Lietuvos sostinės Vilniaus iki kai kurių valstybių sostinių:*

Minskas (Baltarusija)	169 km
Ryga (Latvija)	283 km
Varšuva (Lenkija)	393 km
Talinas (Estija)	527 km
Kijevas (Ukraina)	589 km
Helsinkis (Suomija)	606 km
Stokholmas (Švedija)	676 km
Maskva (Rusija)	793 km
Kopenhaga (Danija)	814 km
Berlynas (Vokietija)	819 km
Buenos Airės (Argentina)	12 710 km
Kambera (Australija)	15 248 km
Velingtonas (N. Zelandija)	17 318 km.

Užduotys ? ?

1. Vienus ilgio matavimo vienetus išreikškite kitais:

350 m = ... km,	15 cm = ... m,
2,2 m = ... cm,	35 cm = ... dm,
1,6 m = ... mm,	14 cm = ... mm,
3,7 dm = ... m,	90 mm = ... cm.

2. Vidutinis atstumas nuo Žemės iki Saulės yra 150 000 000 km. Parašykite jį taip, kad būtų kuo mažiau nulių.

3. Vandenilio atomo spindulys 0,000 000 005 m. Parašykite šią skaitinę vertę taip, kad būtų kuo mažiau nulių.

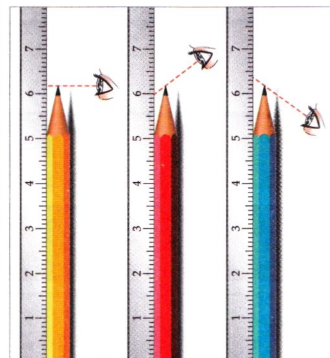
4. Gaublyje ar žemėlapyje raskite valstybes, per kurias eina Žemės dienovidinis — pagrindas 1 m nustatyti. Ar įsivaizduojate, kaip buvo išmatuotas jo ilgis?

5. Popieriuje iš akies nubrėžkite 3 cm ir 10 cm ilgio atkarpas. Liniuote patikrinkite, kiek apsirikote.

6. Pieštuko ilgis buvo išmatuotas 2.7 paveiksle parodytais būdais. Kuriuo atveju išmatuota tiksliausiai?

7. Žmogaus sieksnis (atstumas tarp ištiestų į šonus rankų pirštų galų) apytiksliai lygus žmogaus ūgiui. Patikrinkite.

8. Išmatuokite savo sprindžio ir žingsnio ilgį.



2.7 pav.

1-asis laboratorinis darbas. Kūnų matmenų radimas

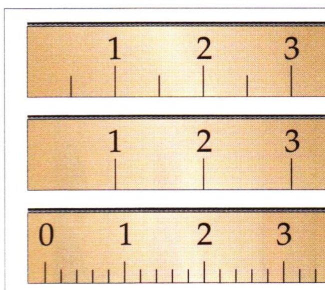
Priemonės: 1) įvairių padalų liniuotės; 2) lanksčios vielos gabalas; 3) teniso kamuoliukas arba nedidelis plastikinis rutuliukas; 4) šratai (gali būti žirniai arba sorų kruopos); 5) knyga; 6) pieštukas.

Fizikinis dydis negali būti išmatuotas absoliučiai tiksliai, nes matuojant neišvengiama paklaidos. Taigi gautas matavimo rezultatas (apytikslė dydžio vertė) skiriasi nuo tikrosios skaitinės to dydžio vertės.

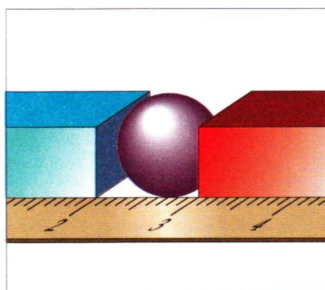
Iš matematikos žinome, kad dydžio apytikslės vertės ir tiksliosios vertės skirtumas vadinamas **pãklaida**. Šio skirtumo absoliutusis didumas (modulis) yra absoliučioji paklaida.

Matuojant įvairius fizikinius dydžius, reikia žinoti matavimo paklaidą.

Matuojant liniuote ar kitu prietaisu kūnų ilgį, absoliučiąja paklaida dažniausiai laikoma pusė mažiausios prietaiso padalos vertės (kartais paklaida būna ir visa padala). Pavyzdžiui, išmatavus kūno ilgį milimetrais sugraduota liniuote, rezultatas užrašomas taip: l = 450,0 mm ± 0,5 mm arba l = 450 mm ± 1 mm. Jei to paties kūno ilgį matuosime centimetrais sugraduota liniuote, rezultatas bus l = 45,0 cm ± 0,5 cm. Matavimo rezultatus galima užrašyti ir vartojant skliaustus: l = (450,0 ± ± 0,5) mm arba l = (45,0 ± 0,5) cm.



2.8 pav.


2.9 pav.

Užduotys

1. Nustatykite 2.8 paveiksle pavaizduotų liniuočių padalos vertę. Kokio didumo absoliučioji paklaida daroma matuojant šiomis liniuotėmis?

2. Liniuote išmatuokite pieštuko ilgį.

3. Liniuote išmatuokite fizikos vadovėlio matmenis.

4. 2.9 paveiksle parodyta, kaip galima išmatuoti apvalių kūnų skersmenį. Išmatuokite šitaip teniso kamuoliuko, butelio, plastikinio rutuliuko ar kito apvalaus daikto skersmenį.

5. Padėkite palei liniuotę viena eilute keletą šratų (žirnių arba sorų kruopų). Išmatuokite eilutės ilgį ir apskaičiuokite vieno šrato skersmenį. Kada toks matavimo būdas naudingas?

6. Apskaičiuokite knygos lapo storį. Galite naudotis liniuote.

7. Išmatuokite plonos vielos skersmenį (turite vielos gabalą, pieštuką ir liniuotę).

2.3. Ploto ir tūrio matavimas

Ploto matavimas

Fizikoje, kaip ir matematikoje, figūros plotas žymimas raide S. Pagrindinis jo matavimo vienetas yra *kvadrãtinis mètras*:

$$[S] = 1\ \mathrm{m}^2.$$

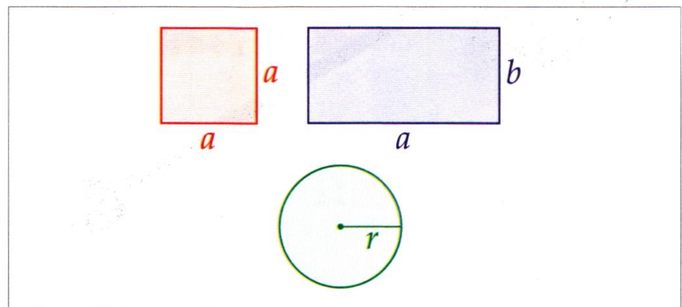
Tai plotas kvadrato, kurio kraštinės ilgis 1 m. Be šio vieneto, dar vartojami kartotiniai bei daliniai ploto vienetai, taip pat ir nesisteminiai vienetai — aras bei hektaras.

Kiti ploto matavimo vienetai

Vieneto pavadinimas	Žymėjimas	Ryšys su 1 m^2
1 kvadratinis kilometras	1 km^2	1 km^2 = 1 000 000 m^2
1 kvadratinis decimetras	1 dm^2	1 dm^2 = 0,01 m^2
1 kvadratinis centimetras	1 cm^2	1 cm^2 = 0,0001 m^2
1 kvadratinis milimetras	1 mm^2	1 mm^2 = 0,000 001 m^2
1 aras	1 a	1 a = 100 m^2
1 hektaras	1 ha	1 ha = 100 a = 10 000 m^2

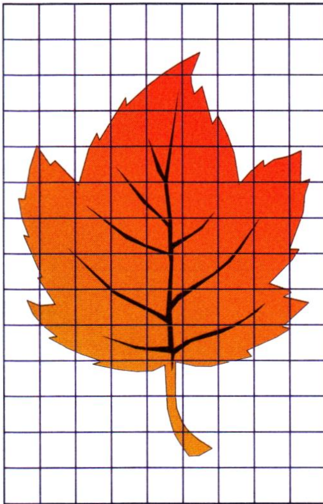
Figūros plotą galima sužinoti įvairiais būdais. Taisyklingos geometrinės formos kūno (kvadrato, stačiakampio, skritulio, rombo, lygiagretainio ir kt.) plotas apskaičiuojamas pagal geometrijos taisykles, pavyzdžiui, kvadrato plotas $S = a^2$, stačiakampio $S = ab$, skritulio $S = \pi r^2$; čia $\pi \approx 3,14$ (2.10 pav.).

2.10 pav.



Tai įdomu!

- *K. Šakenis „Fizikos" vadovėlyje (1939 m.) ploto vienetus vadino taip: ketvirtainis centimetras, ketvirtainis metras, ketvirtainis kilometras, o tūrio vienetus — šeštainis centimetras, šeštainis milimetras ir t. t. Kuo buvo pagrįstas tokių terminų vartojimas?*
- *Didžiausias 123 m^2 ploto omletas iškeptas 1990 metais Belgijoje 12,52 m skersmens keptuvėje.*



2.11 pav.

Kartais ir netaisyklingos formos kūnus galima suskirstyti į taisyklingas figūras, kurių plotą apskaičiuoti mokame.

Netaisyklingos formos figūros plotą galima išmatuoti padėjus ją ant languoto popieriaus ir nubrėžus kontūrą. Žinant vieno langelio plotą ir suskaičiavus kontūro apribotų langelių skaičių bei atsižvelgiant į tai, kad kai kuriuos langelius figūra dengia ne visiškai, randamas figūros plotas (2.11 pav.). Šitaip apskaičiuojant nedidelių figūrų plotą, geriausia jų kontūrus braižyti milimetriniame popieriuje.

Figūros plotą galima išmatuoti ir specialiu prietaisu (2.12 pav.), kuris vadinamas planimetrù (lot. *planum* — paviršius, plokštuma + gr. *metron* — matas).

Tūrio matavimas

Pagrindinis kūno tūrio *V* matavimo vienetas tarptautinėje vienetų sistemoje yra *kùbinis mètras*:

$$[V] = 1\ \mathrm{m}^3.$$

Tai tūris kubo, kurio briaunos ilgis 1 m. Kartu su šiuo vienetu vartojami ir kiti tūrio matavimo vienetai.

Tai įdomu !

- *Seniausi tūrio matai, susiję su žmogaus kūno dalimis, buvo žiupsnis, sauja, rieškučios, gurkšnis.*
- *Naftos ir jos produktų tūris kai kuriose šalyse matuojamas bareliais (angl.* barrel *— statinė). JAV 1 barelis = 158,988 l.*
- *Ramiai sėdėdamas žmogus kas minutę įkvepia 4—7 litrus oro, o dirbdamas — 10—40 litrų.*
- *Tūrio matas litras pavadintas Žano Batisto Litro* (J. B. Liter), *gaminusio vyno butelius, pavarde. Šis terminas pasiūlytas 1763 metais.*
- *Cheopso piramidės tūris lygus 2 500 000 m³.*

2.12 pav.



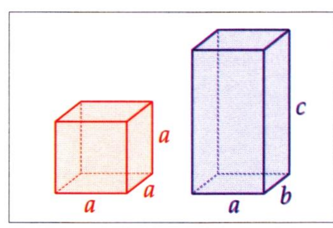
Kiti tūrio matavimo vienetai

Vieneto pavadinimas	Žymėjimas	Ryšys su 1 m^3
1 kubinis kilometras	1 km^3	1 km^3 = 1 000 000 000 m^3
1 kubinis decimetras	1 dm^3	1 dm^3 = 0,001 m^3
1 kubinis centimetras	1 cm^3	1 cm^3 = 0,000 001 m^3
1 kubinis milimetras	1 mm^3	1 mm^3 = 0,000 000 001 m^3
1 litras	1 l	1 l = 0,001 m^3

Fizikinių kūnų tūrį galima rasti apskaičiuojant ir išmatuojant.

Taisyklingos geometrinės formos kūno (kubo, stačiakampio gretasienio, ritinio, rutulio ir kt.) tūris apskaičiuojamas pagal geometrijos taisykles, pavyzdžiui, kubo tūris $V = a^3$, stačiakampio gretasienio $V = abc$ (2.13 pav.).

Matuojant lengviausia rasti skysčių tūrį. Tam tikslui naudojami matavimo cilindrai, menzūros (lot. *mensura* — matas). Šie indai būna įvairaus dydžio ir formos, o ant jų sienelės pažymėtos padalos (2.14 pav.). Jais galima išmatuoti ne tik skysčių, bet ir nedidelių kietųjų kūnų tūrį. Du tokio kietųjų kūnų tūrio matavimo būdai parodyti 2.15 paveiksle. Pirmuoju atveju (*a*) kūno (veržlės) tūris lygus matavimo cilindre pakilusio vandens tūriui, antruoju (*b*) — į cilindrą pribėgusio vandens tūriui.

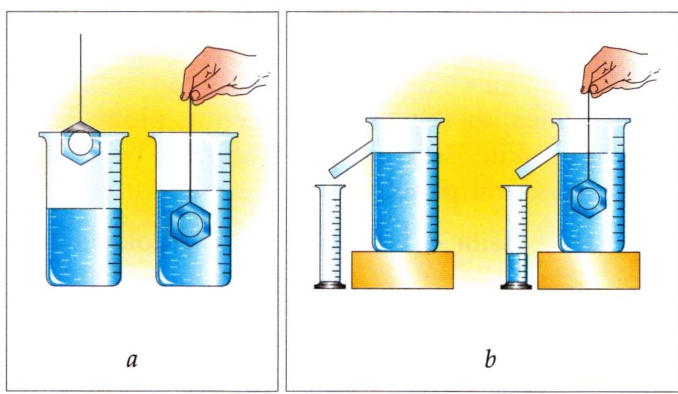


2.13 pav.



2.14 pav.

2.15 pav.



Atliekant laboratorinius darbus, dažnai naudojami mililitrais sugraduoti matavimo cilindrai ir menzūros. Įsidėmėkite, kad

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3.$$

Apskaičiuodami kūnų plotą ir tūrį, nepamirškite, kad visi matmenys turi būti išreikšti tais pačiais matavimo vienetais.

Užduotys ??

1. Kokio ilgio juostą gautume, visus 1 m^2 kvadratinius centimetrus sudėję vieną greta kito?

2. Naudodamiesi languotu popieriumi, raskite stiklinės dugno plotą.

3. Pabandykite iš akies nustatyti, kiek jūsų klasės mokinių galėtų sustoti 1 m^2 plote. Atsakymą patikrinkite bandymu. Ar galima šitaip sužinoti apytikslį mitinguose dalyvaujančių žmonių skaičių?

4. Vienus ploto vienetus išreikškite kitais:

16 m^2 = ... dm^2,	0,15 dm^2 = ... m^2,
1,8 dm^2 = ... cm^2,	350 mm^2 = ... cm^2,
1,5 cm^2 = ... mm^2,	225 cm^2 = ... m^2,
0,4 m^2 = ... cm^2,	1 km^2 = ... m^2.

5. Iš pradžių atspėkite, kokio didumo gali būti jūsų fizikos vadovėlio lapo plotas, paskui jį apskaičiuokite. Atsakymą išreikškite kvadratiniais centimetrais, kvadratiniais decimetrais ir kvadratiniais metrais.

6. Iš akies nustatykite klasės lentos plotą. Spėjimą patikrinkite išmatuodami lentos ilgį bei plotį ir apskaičiuodami plotą.

7. Jūroje išsiliejo 1 m^3 naftos. Jos sluoksnio storis lygus $\frac{1}{40\,000}$ mm. Kokiame vandens plote išplito nafta?

8. Kokio ilgio juostą gautume, visus 1 m^3 kubinius centimetrus sudėję vieną greta kito?

9. Išreikškite šių kūnų tūrį nurodytais vienetais:

Kūnas	Jo tūris
Stalo teniso kamuoliukas	10 cm^3 = ... dm^3
Lauko teniso kamuoliukas	140 cm^3 = ... m^3
Futbolo kamuolys	5800 cm^3 = ... m^3
Plyta	1950 cm^3 = ... dm^3
Cisterna pieno	4,5 m^3 = ... l

10. Šeimininkė turi 3 l talpos ritinio formos puodą. Kaip ji įpils į puodą tiksliai 1,5 l vandens be jokių matavimo prietaisų?

2-asis laboratorinis darbas. Kūnų tūrio matavimas

Priemonės: 1) matavimo cilindras; 2) liniuotė; 3) stiklinė su atšakėle; 4) tuščia degtukų dėžutė arba nedidelis tašelis; 5) veržlė arba akmenukas; 6) stiklinė su vandeniu; 7) stovas.

Užduotys

1. Išreikškite šių indų tūrį nurodytais vienetais:

Indas	Jo tūris	
Kibiras	10 l	... dm^3
„Smilgos" jogurto pakelis	0,5 l	... ml
„Fantos" butelis	0,33 l	... cm^3
Stiklinė	200 ml	... l

2. Liniuote išmatavę degtukų dėžutės (tašelio) ilgį, plotį bei aukštį, apskaičiuokite jos (jo) tūrį.

3. Nustatykite matavimo cilindro padalos vertę. 2.15 paveiksle pavaizduotais būdais išmatuokite netaisyklingos formos kūno (veržlės arba akmenuko) tūrį.

Tūrio matavimo paklaidos

Matavimo prietaiso trūkumai		Kaip sumažinti paklaidą?
Matavimo cilindro arba menzūros sienelė nėra visiškai vienodo storio		Neįmanoma
Atstumai tarp skalės brūkšnelių nėra visiškai vienodi		Neįmanoma
Kiekvienu matavimo cilindru arba menzūra matuojamas tik nurodytos temperatūros skysčio tūris	ml 20°C	Į matavimo cilindrą arba menzūrą pilti skystį, kurio temperatūra kiek įmanoma mažiau skiriasi nuo nurodytos ant matavimo prietaiso

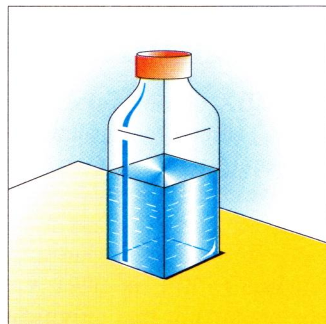
Eksperimentatoriaus klaidos		Kaip jų išvengti?	
Matavimo indas laikomas pasvirai		Matavimo indą pastatyti ant stalo	
Netinkama akies padėtis		Akį nukreipti į padalą, sutampančią su horizontaliąja skysčio paviršiaus dalimi	
Mažai skysčio matuojama didelės talpos indais		Naudoti mažesnės talpos matavimo indus	

Užduotys ??

1. Vienus matavimo vienetus išreikškite kitais:

3 l = ... dm^3, 5,5 dm^3 = ... l,
300 ml = ... cm^3, 20 dm^3 = ... m^3,
20 l = ... m^3, 15 cm^3 = ... l.

2. Į stačiakampį plastikinį butelį plonomis sienelėmis įpilta vandens (2.16 pav.). Kaip, neatkemšant butelio ir turint tik liniuotę, nustatyti šio butelio tūrį?



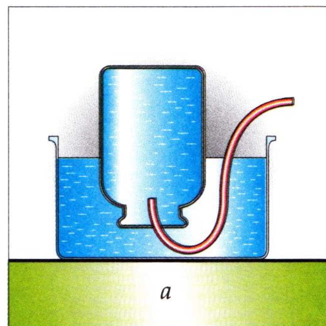
2.16 pav.

3. Kiek kubinių metrų oro yra viename jūsų buto kambaryje?

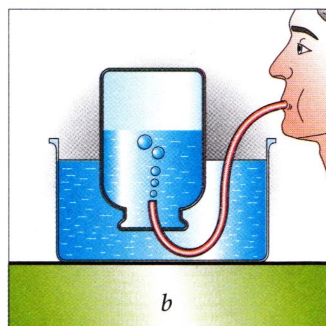
4. Stačiakampė lenta yra 1,4 m ilgio, 10 cm pločio ir 1,5 cm storio. Apskaičiuokite šios lentos tūrį.

5. Pabandykite nustatyti savo plaučių tūrį 2.17 paveiksle (*a* ir *b*) nurodytu būdu. Į vonią ar didesnį puodą pripilkite vandens. Panardinkite į jį, paskui kilstelėkite apverstą trijų litrų talpos stiklainį, kad dalis jo išnirtų iš vandens. Vieną guminės žarnelės galą įleiskite į stiklainį, o pro kitą pūskite orą. Stebėkite, kurią stiklainio dalį jis užims. Toks bus apytikslis jūsų plaučių tūris.

2.17 pav.



a



b

6. 30 ml talpos kūgio formos menzūros padalos vertė lygi 5 ml. Ar vienodas atstumas tarp padalų, pažymėtų ant menzūros sienelės?

7. Kaip menzūra kuo tiksliau išmatuoti vieno vandens lašo tūrį?

8. Kad gerai užderėtų javai, per metus į 1 ha turi iškristi ne mažiau kaip 5 000 000 l vandens. Kokio storio sluoksnis susidarytų iš tokio kiekio vandens?

9. Kodėl, matuojant tūrį, menzūrą reikia statyti ant horizontalaus paviršiaus?

10. Ar pavyktų 0,5 l mineralinio vandens sutalpinti stačiakampio gretasienio formos plastikinėje dėžutėje, kurios matmenys 12 cm × 7,5 cm × × 5,5 cm? Pagrįskite.

2.4. Masės matavimas. Kilogramas

Masė ir jos matavimo vienetai

Vienas kūnas gali būti sudarytas iš didesnio kiekio medžiagos, kitas — iš mažesnio kiekio. Tuo atveju sakome, kad vieno kūno **mãsė** (lot. *massa* — luitas, gabalas) mažesnė, o kito didesnė. Akivaizdu, kad stiklinės vandens masė mažesnė už kibiro vandens masę. Pagal masę galima palyginti ir tuos kūnus, kurie pagaminti iš skirtingų medžiagų. Pavyzdžiui, geležinio tašelio masė didesnė už tokio pat tūrio medinės trinkelės masę. Masė — fizikinis dydis; jis žymimas raide m. Su šiuo dydžiu išsamiau susipažinsime VIII klasėje.

Ar galima fizikoje matuoti masę taip, kaip siūloma pateiktame recepte?

Žemaičių veršputrės receptas. 1 l pieno, 0,5 l vandens, stiklinė miltų, druskos pagal skonį, 300 g duonos, šaukštelis kmynų.

Čia pieno ir vandens kiekis nurodytas litrais, miltų — stiklinėmis, kmynų — šaukšteliais, duonos — gramais, o druskos — pagal skonį. Valgį pagaminti pagal šį receptą įmanoma, tačiau negalima taip matuoti tų pačių fizikinių dydžių. Jų matavimo vienetai turi būti vienos sistemos.

Pagrindinis SI masės matavimo vienetas yra *kilogrãmas*:

$$[m] = 1\ \mathbf{kg}.$$

XVIII a. pabaigoje, kuriant metrinę sistemą, kilogramas buvo apibrėžtas kaip 1 dm^3 (1 litro) 4 °C temperatūros vandens masė. Kilogramo etalonas yra 39 mm skersmens ir tokio pat aukščio ritinio formos svarstis, pagamintas iš platinos ir iridžio lydinio (2.18 pav.). Kaip ir metro etalonas, jis saugomas Tarptautiniame matų ir svarsčių biure netoli Paryžiaus.

Be pagrindinio SI masės vieneto, plačiai vartojami daliniai bei kartotiniai masės vienetai.

2.18 pav.



Kiti masės matavimo vienetai

Vieneto pavadinimas	Žymėjimas	Ryšys su 1 kg
1 tona	1 t	1 t = 1000 kg
1 centneris	1 cnt	1 cnt = 100 kg
1 gramas	1 g	1 g = 0,001 kg
1 miligramas	1 mg	1 mg = 0,000 001 kg

Brangakmenių ir perlų masė paprastai matuojama nesisteminiais vienetais, kurie vadinami karãtais: 1 ct = 0,2 g.

Kūnų masės palyginimas

Išmatuoti kurio nors kūno masę — tai palyginti ją su etalono mase, t. y. nustatyti, kiek kartų ji didesnė ar mažesnė už etalono masę. Praktikoje kūnų masė lyginama su mase svarsčių, pagamintų pagal etaloną. 2.19 paveiksle parodytas vienas iš laboratorijose naudojamų svarsčių komplektų. Jį sudaro 200 g, 200 g, 100 g, 50 g, 20 g, 20 g, 10 g, 5 g, 2 g, 2 g ir 1 g masės nerūdijančio plieno svarsčiai. Jais galima pasverti bet kurios masės kūną nuo 1 g iki 610 g. Be minėtų svarsčių, rinkinyje yra ir mažų aliumininių svarstelių. Kad būtų lengviau juos atskirti vieną nuo kito, mažieji svarsteliai yra nevienodos formos: 1 mg, 10 mg ir 100 mg svarsteliai — trikam̃piai, 2 mg, 20 mg ir 200 mg — kvadratiniai, 5 mg, 50 mg ir 500 mg — penkiakam̃piai.

Tai įdomu!

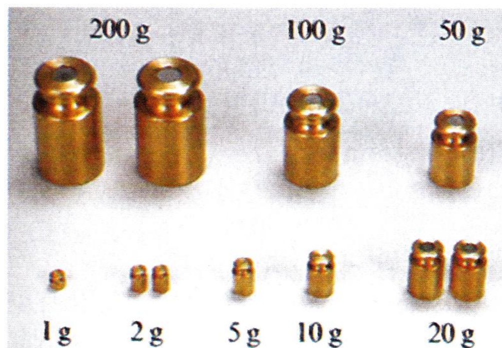
• *Lietuvoje nuo XIII a. žinomas masės matas akmuo, apytiksliai lygus 14—15 kg. Jis vartotas sveriant vašką, rugius, pakulas, apynius, mėsą, sviestą.*

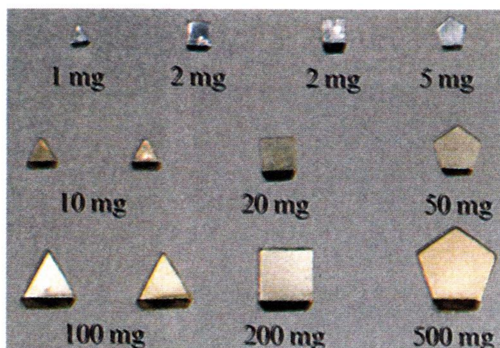
• *1990 m. Eilin Čepel užaugino patį didžiausią pasaulyje agurką, sveriantį 36,8 kg.*

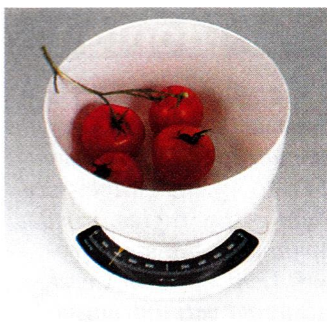
• *Kai kurių kūnų masė:*

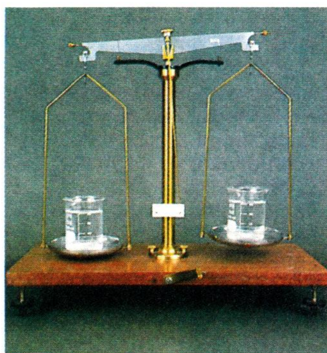
Kūnas	Jo masė
Stalo teniso kamuoliukas	2,4—2,5 g
Lauko teniso kamuoliukas	56,7 g
Futbolo kamuolys	396—453 g
Krepšinio kamuolys	600 g
Kibiras vandens	10 kg
Žmogus	≈ 80 kg
Dramblys	≈ 4500 kg
Cheopso piramidė	10 mln. t

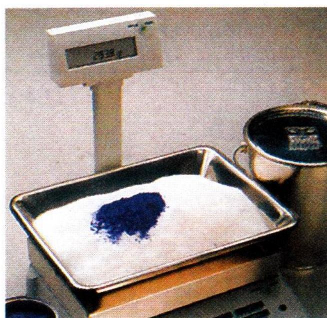
2.19 pav.











2.20 pav.

Kaipgi palyginti kūno ir pagal etaloną pagamintų svarsčių masę? Tam tikslui naudojami masės matavimo prietaisai — svarstyklės. Jos esti įvairių rūšių: buitinės, mokyklinės, laboratorinės, svirtinės, elektroninės ir t. t. Keletas svarstyklių pavyzdžių parodyta 2.20 paveiksle.

Svarbiausios svarstyklių dalys yra strypas (svirtis), galintis laisvai suktis apie tašką jo viduryje, ir prie to strypo galų prikabintos dvi lėkštės. Ant jų dedami lyginami kūnai. Jeigu tų kūnų masė yra vienoda, tai svarstyklės esti pusiausviros. Vadinasi, norint išmatuoti kurio nors kūno masę, reikia ant vienos svarstyklių lėkštės dėti tą kūną, o ant kitos — įvairius žinomos masės svarsčius tol, kol jie atsvers matuojamą kūną, t. y. kol nusistovės svarstyklių pusiausvyra. Tada visų svarsčių masė bus lygi sveriamo kūno masei.

1 bandymas. Padėkite ant stalo liniuotę ir pakiškite po ja ties viduriu pieštuką. Šiomis „svarstyklėmis“ palyginkite trintukų, monetų ir kitų lengvų daiktų masę. Lyginamus kūnus dėkite ant liniuotės tuo pačiu atstumu nuo atramos taško.

2 bandymas. Svarstyklėmis išmatuokite medinių trinkelių ar kitų nedidelių kūnų masę.

Užduotys

1. Išreikškite kilogramais:

6 g = ... 220 g = ...
25 g = ... 1365 g = ...
8,1 kg + 264,1 g + 35 mg = ...

Išreikškite gramais:

3 mg = ... 2,31 kg = ...
15 mg = ... 1345 mg = ...
0,3 kg + 34,5 g + 235 mg = ...

Išreikškite miligramais:

5 g = ... 12,4 g = ...
2,35 g = ... 0,005 kg = ...
10,5 g + 0,005 kg + 25 mg = ...

2. Ar kurio nors kūno masė gali būti lygi nuliui?

3. Ar sutriks svarstyklių pusiausvyra, jeigu jų lėkštėse esančių kūnų masę sumažinsime perpus?

4. Oras slegiamas siurblio stūmokliu. Ar nuo to pasikeičia siurblyje esančio oro masė?

5. Į futbolo kamuolį siurbliu pučiamas oras. Ar keičiasi jame oro masė?

6. Pripilta pusė stiklinės vandens. Kiek kartų padidės vandens masė, jei stiklinę pripilsime sklidiną?

7. Šieno kupeta buvo supresuota. Ar pasikeitė jos masė?

8. 2 kg masės metalinis strypas, tempiamas specialiomis staklėmis, pailgėjo 2 cm. Kaip pakito jo masė?

9. Krepšelyje yra 5 kamuoliukai, kurių kiekvienas sveria 200 g. Krepšelio masė 0,5 kg. Apskaičiuokite krepšelio su kamuoliukais masę.

10. Kodėl kilogramo etalonas nulietas iš brangių platinos ir iridžio metalų?

Tai įdomu !

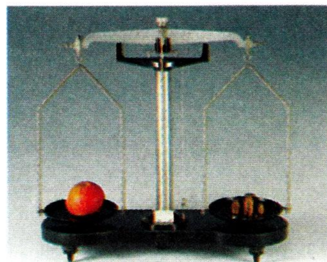
• *Garsiausio XX a. fiziko* *A l b e r t o E i n š t e i n o* (A. Einstein, *1879—1955) reliatyvumo teorija teigia, kad kūno masė nėra pastovi, o priklauso nuo to kūno greičio: jam didėjant, kūno masė taip pat didėja. Pavyzdžiui, jei kūnas judėtų perpus lėčiau, negu sklinda šviesa (jos greitis lygus 300 000 km/s), tai jo masė padidėtų 15 %, o jei judėtų greičiu, lygiu 90 % šviesos greičio, tai jo masė padidėtų dvigubai, palyginti su to paties nejudančio kūno mase.*

3-iasis laboratorinis darbas. **Kūno masės matavimas svarstyklėmis**

Svėrimo taisyklės

1. Patikrinama, ar svarstyklės pusiausviros. Jei pusiausvyra sutrikusi, ant pakilusios lėkštės dedama popieriaus.
2. Sveriamas kūnas atsargiai dedamas ant kairiosios svarstyklių lėkštės, svarsčiai — ant dešiniosios (2.21 pav.) ir jais nustatoma svarstyklių pusiausvyra (kairiarankis turėtų dėti atvirkščiai). Pirmieji svarsčiai parenkami iš akies.
3. Smulkūs svarsčiai imami tik pincetu.
4. Absoliučiąja svėrimo paklaida laikoma pusė mažiausio panaudoto svarsčio masės.
5. Negalima sverti sunkesnių kūnų negu pažymėta svarstyklėse.
6. Negalima sverti nešvarių, šlapių, karštų daiktų, lieti į svarstyklių lėkštę skysčių, pilti be patiesalo miltelių.

2.21 pav.



Priemonės: 1) svarstyklės; 2) svarsčiai; 3) keletas nedidelių skirtingos masės kūnų (monetų, vinių, varžtų, veržlių, laboratorinio stovo detalių, tašelių ir kt.).

Užduotis

Išmatuokite keleto kūnų masę.

Darbo eiga

a) Atidžiai perskaitykite svėrimo taisykles;

b) laikydamiesi jų, išmatuokite keleto kūnų (monetų, vinių, varžtų, veržlių, laboratorinio stovo detalių, tašelių ir kt.) masę;

c) matavimo rezultatus surašykite sąsiuvinyje.

Užduotys

1. Apskaičiuokite jūsų pasvertų daiktų bendrą masę.

2. Kaip svarstyklėmis būtų galima nustatyti vieno vandens lašo masę?

3. Ant stalo yra trys iš išorės niekuo nesiskiriantys rutuliukai. Dviejų masė vienoda, trečiojo didesnė. Kaip vienu svėrimu nustatyti, kurių rutuliukų masė vienoda?

4. Ant stalo yra 9 iš išorės niekuo nesiskiriantys rutuliukai. Viename iš jų — tuščia ertmė. Kaip nustatyti (ne daugiau kaip dviem svėrimais), kuriame yra tuščia ertmė (kurio masė mažiausia)?

5. Kodėl sveriami kietieji kūnai dedami ant kairiosios svarstyklių lėkštės, o svarsčiai — ant dešiniosios?

6. Kodėl nepatariama iš pradžių dėti ant svarstyklių lėkštės mažų svarstelių?

7. Kodėl negalima smulkių svarstelių imti rankomis?

2.5. Medžiagos tankis

Tankio samprata

24 puslapyje minėjome, kad medžiagos turi daugelį savybių, kurias galima apibūdinti fizikiniais dydžiais. Vienas iš tokių dydžių yra **mẽdžiagos tañkis**. **Jis rodo, kokia yra vienetinio tūrio** (1 m^3 arba 1 cm^3) **medžiagos masė**, todėl, norėdami sužinoti medžiagos, iš kurios pagamintas kūnas, tankį, turime to kūno masę padalyti iš jo tūrio:

$$\text{medžiagos tankis} = \frac{\text{kūno masė}}{\text{kūno tūris}}.$$

Medžiagos tankį pažymėję graikiška raide ρ (tariame „ro“), gausime tankio formulę:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Iš jos nesunku nustatyti pagrindinį tankio matavimo vienetą:

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{1\,\text{kg}}{1\,\text{m}^3} = 1\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Šis vienetas skaitomas taip: *kilogrãmas kùbiniam mètrui*. Tačiau praktikoje tankis dažnai reiškiamas smulkesniais vienetais — gramais kubiniam centimetrui $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\text{, arba g/cm}^3\right)$. Kaip šis vienetas susijęs su pagrindiniu tankio vienetu? Norėdami atsakyti, pasitelkime tankio formulę:

$$[\rho] = \frac{1\,\text{kg}}{1\,\text{m}^3} = \frac{1000\,\text{g}}{1\,000\,000\,\text{cm}^3} = \frac{1}{1000}\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Vadinasi, 1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3.

Tankio apskaičiavimas

Atlikime bandymą, kuris rodo, kad tankis iš tikrųjų apibūdina medžiagą.

Bandymas. Paimkime kelis įvairaus dydžio aliuminio tašelius arba gabalėlius. Svarstyklėmis nu-

statykime kiekvieno jų masę, o matavimo cilindru (menzūra) arba apskaičiuodami — tūrį. Kiekvieno gabalėlio masę padalykime iš jo tūrio. Matavimo ir skaičiavimo duomenis surašykime lentelėje (pateikiame vieno tokio bandymo rezultatus):

Masė, g	Tūris, cm^3	Tankis, g/cm^3
28,7	10,4	2,76
57,2	21,4	2,67
114,6	42,5	2,70
810,5	300,0	2,70
		vidurkis 2,71

Matome, kad visų aliuminio tašelių masės ir tūrio santykis yra apytiksliai toks pat. Vadinasi, jis nepriklauso nuo tašelio didumo ir yra būdingas tik medžiagai, iš kurios padarytas tašelis, t. y. aliuminiui. Iš kitų medžiagų pagamintų tašelių šis santykis bus kitoks. Atlikę tokius bandymus su įvairiomis medžiagomis, galėtume apskaičiuoti kiekvienos jų tankį.

Pateikiame kai kurių jums labiau žinomų medžiagų tankio lentelę.

Kai kurių medžiagų tankis

Medžiaga	ρ, kg/m^3	ρ, g/cm^3	Medžiaga	ρ, kg/m^3	ρ, g/cm^3
Platina	21 500	21,5	Vanduo	1000	1,0
Auksas	19 300	19,3	Alyvų aliejus	920	0,92
Gyvsidabris	13 600	13,6	Polietilenas	920	0,92
Švinas	11 340	11,34	Ledas (0 °C)	900	0,9
Sidabras	10 500	10,5	Nafta	800	0,8
Varis	8900	8,9	Popierius	700—1200	0,7—1,2
Plienas, geležis	7800	7,8	Benzinas	710	0,71
Granitas	2600—3000	2,6—3,0	Sausas ąžuolas	700	0,7
Aliuminis	2700	2,7	Sausa pušis	400	0,4
Stiklas	2500	2,5	Kamštis	240	0,24
Smėlis	1500	1,5	Oras (0 °C)	1,29	0,00129
Akmens anglys	1200—1400	1,2—1,4	Vandenilis	0,09	0,00009

Žinodami medžiagų tankį, galime:

- palyginti iš įvairių medžiagų pagamintų kūnų masę ir neklysdami pasakyti, kuri tokio pat tūrio medžiaga yra sunkesnė, o kuri — lengvesnė;
- apskaičiuoti kūno, kurio neįmanoma pasverti, masę arba kūno, kurio nepavyksta išmatuoti, tūrį:

$$m = \rho V, \qquad V = \frac{m}{\rho}.$$

Iš 2.22 paveikslo aiškiai matyti, kaip skiriasi kai kurių medžiagų 1 cm^3 masė ir iš tų pačių medžiagų padarytų 1 g masės kubelių tūris.

Masė ir tankis — skirtingi dydžiai

Anksčiau sakėme, kad medžiagos tankis rodo, kokia yra 1 m^3 tos medžiagos masė. Tačiau iš formulės $m = \rho V$ matyti, kad masė ir tankis yra skirtingi fizikiniai dydžiai. Žinant tik medžiagos tankį, dar negalima pasakyti, kokia yra kūno, padaryto iš tos medžiagos, masė. Dar reikia žinoti ir to kūno tūrį.

Masė yra kūną apibūdinantis fizikinis dydis, o tankis — medžiagą apibūdinantis dydis.

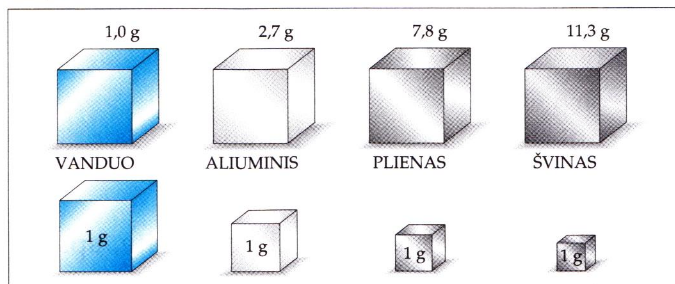
Užduotys

1. 2.23 paveiksle pavaizduotų vienalyčių rutulių masė vienoda. Ar vienodas jų medžiagos tankis?

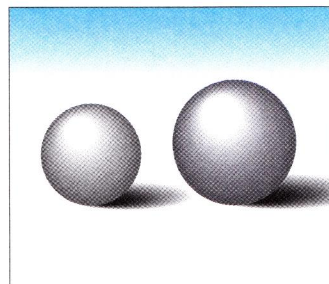
2. Vieno švininio kūno tūris du kartus didesnis negu kito. Palyginkite šių kūnų masę.

3. Dviejų kūnų tūris vienodas, tačiau vieno masė tris kartus didesnė negu kito. Kiek kartų vieno jų tankis didesnis už kito?

2.22 pav.



2.23 pav.



4. Kaip suprantate tokį pasakymą: „Vario tankis lygus 8900 kg/m^3"?

5. Kūno masė 13,5 g, o tūris 5 cm^3. Iš kokios medžiagos padarytas kūnas?

6. 4 m ilgio geležinės sijos skerspjūvio plotas 50 cm^2. Kokia šios sijos masė?

7. Tik iškritusio sniego tankis 0,2 g/cm^3. Kiek gramų vandens susidarys ištirpus 1 cm^3 tokio sniego?

8. Ant 20 m ilgio ir 10 m pločio plokščio stogo iškrito 30 cm sniego sluoksnis. Sniego tankis 0,2 g/cm^3. Kokia šio sniego masė?

9. 4 m ilgio, 2,5 m aukščio ir 10 mm storio vitrinos stiklo tankis 2,5 g/cm^3. Kokia šio vitrinos stiklo masė?

10. Vandens masė tokia pat, kaip ir vieno litro gyvsidabrio. Koks to vandens tūris?

11. Geležinkelio cisternos tūris 50 m^3. Kiek reikės tokių cisternų 200 t naftos pervežti?

12. Aliumininės detalės masė lygi 600 g, o tūris lygus 300 cm^3. Ar yra šioje detalėje tuštuma?

13. Kokia jūsų buto vieno kurio nors kambario oro masė?

14. Kokia jūsų kūno masė?

4-asis laboratorinis darbas. **Medžiagos tankio nustatymas**

Priemonės: 1) svarstyklės; 2) svarsčių rinkinys; 3) matavimo cilindras (menzūra); 4) stiklinė su vandeniu; 5) tuščia stiklinė; 6) metalinis kūnas; 7) siūlai.

Užduotys

1. Nustatykite vandens tankį.

Darbo eiga

a) Patikrinkite, ar svarstyklės pusiausviros; jeigu ne, tai jas sureguliuokite;

b) pasverkite tuščią stiklinę;

c) įpilkite į ją vandens ir vėl pasverkite, apskaičiuokite į stiklinę įpilto vandens masę;

d) nustatykite į stiklinę įpilto vandens tūrį;
e) apskaičiuokite vandens tankį.

2. Apskaičiuokite kietojo kūno tankį.

D a r b o e i g a

a) Svarstyklėmis išmatuokite kūno masę;
b) įpilkite į matavimo cilindrą vandens ir išmatuokite jo tūrį;
c) įleiskite į cilindrą siūlu pririštą metalinį kūną ir išmatuokite jo tūrį;
d) apskaičiuokite to kūno tankį;
e) remdamiesi lentelėmis, išsiaiškinkite, iš kokios medžiagos pagamintas kūnas.

Užduotys

1. Kiek kartų platinos tankis didesnis už aliuminio tankį?

2. Indas sklidinas vandens. Kuriuo atveju iš indo išsilies daugiau vandens — panardinus jame 1 kg švino ar 1 kg geležies?

3. Sklidino mėgintuvėlio vandens masė 50 g. Įmetus į mėgintuvėlį 15 g metalo lydinio gabalą, dalis vandens išbėgo. Tada vandens ir lydinio gabalo masė pasidarė lygi 62 g. Koks mėgintuvėlyje esančio lydinio tankis?

4. Ką turime galvoje sakydami, kad plastikas lengvesnis už geležį?

5. Kada plastiko (pavyzdžiui, polietileno) ir geležies gabalų masė bus vienoda?

6. Inde telpa 2,72 kg gyvsidabrio. Kiek gramų vandens tilps tame pačiame inde?

7. Palyginkite 10 l (vieno kibiro) gyvsidabrio ir 1 m^3 vandens (100 kibirų) masę.

8. Savivartis atvežė 6 t smėlio. Kokį kiemo plotą galima padengti šiuo smėliu, jei pilamas 5 cm storio sluoksnis?

2.6. Laiko matavimas. Sekundė

Stebėdami gamtos reiškinius ar įvairius įvykius, matome, kad vienas jų įvyksta anksčiau, kitas — vėliau, nevienoda ir tų reiškinių trukmė. Tačiau gyvenime dažnai reikia tiksliai išmatuoti laiką. Ir tokia būtinybė atsirado seniai.

Laiko matavimo vienetus tarsi pasiūlė pati gamta: Žemei sukantis, dieną keičia naktis, vieną metų laiką — kitas. Laikas, per kurį Žemė apsisuka apie savo ašį vieną kartą, dar žiloje senovėje buvo pavadintas **parà**. Senovės Egipte para pradėta dalyti į 24 valandas. Vėliau atsirado **minùtės** (lot. *minutus* — mažas, smulkus) ir **sekùndės** (lot. *secunda* — antra). Valandos skirstymas į 60 minučių, o minutės — į 60 sekundžių yra babiloniečių šešiasdešimtainės skaičiavimo sistemos palikimas. Šie laiko matavimo vienetai vartojami ir dabar.

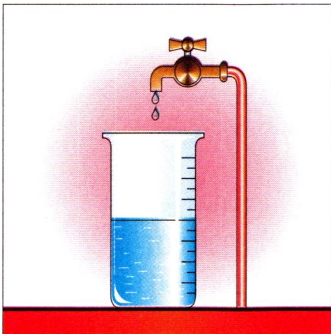
Laiko matavimo vienetai

Laiko matavimo vienetas	Žymėjimas	Ryšys su kitais vienetais
1 sekundė	1 s	$1\ s = \frac{1}{60}\ min = \frac{1}{3600}\ h$
1 minutė	1 min	$1\ min = \frac{1}{60}\ h$
1 valanda	1 h	$1\ h = \frac{1}{24}$ paros = 60 min = 3600 s
1 para		1 para = 24 h
1 metai		1 metai = 365 (366) paros (dienos)
1 amžius		1 amžius = 100 metų

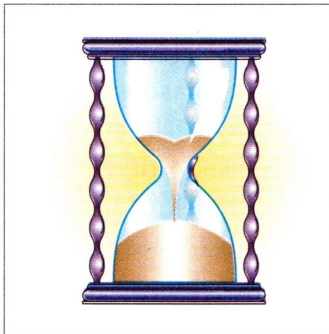
SI laiko matavimo pagrindinis vienetas yra *sekùndė*:

$$[t] = 1\ s;$$

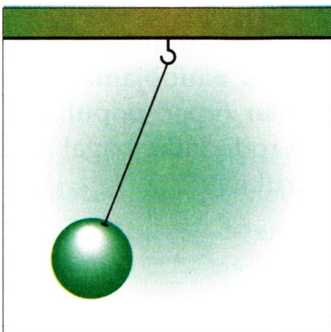
čia simboliu t pažymėtas laikas, trukmė. 1 sekundė lygi 1/86 400 vidutinės saulės paros daliai. Dabar sekundė nusakoma dar tiksliau — pagal atomuose vykstančių procesų trukmę.



2.24 pav.



2.25 pav.

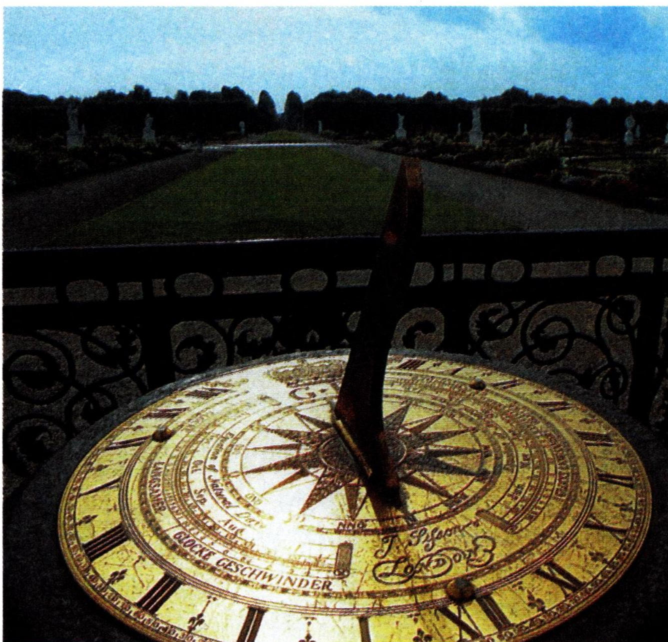


2.26 pav.



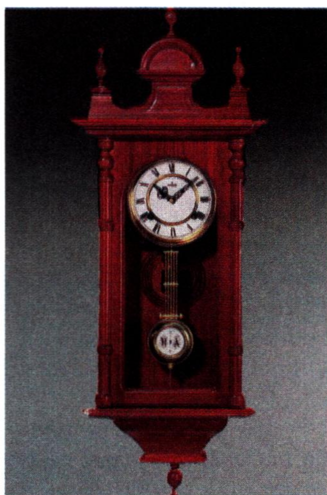
2.27 pav.

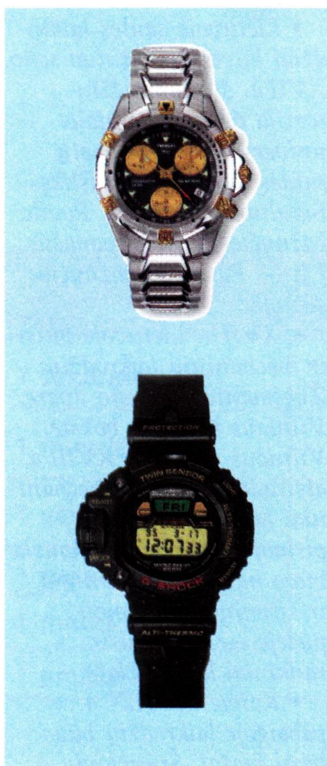
2.28 pav.



Tai įdomu!

- *Senovės Egipte laiką matuodavo į indą įlašančio vandens kiekiu. Tokio laikrodžio modelis parodytas 2.24 paveiksle.*
- *Laiką taip pat galima matuoti smėlio laikrodžiu (2.25 pav.), papraščiausia svyruokle (2.26 pav.), sugraduota degančia žvake (2.27 pav.).*
- *Šviečiant saulei, laiką galima matuoti pagal daiktų šešėlio ilgį, saulės laikrodžiu (2.28 pav.).*
- *Lietuvoje saulės laikrodžiai buvo žinomi nuo seno. XVII a. šių laikrodžių teorija dėstyta Vilniaus universitete. 1625 metų saulės laikrodis yra išlikęs Šiaulių Šv. Petro ir Povilo bažnyčios sienoje, panašus į jį — Pažaislio bažnyčios sienoje.*
- *XVII a. Lietuvoje buvo ir mechaninių laikrodžių: Žygimanto Augusto dvare, Vilniaus katedros bokšte, Vilniaus rotušėje. XVIII a. atsirado kišeniniai mechaniniai laikrodžiai. XX a. pirmojoje pusėje daugiausia buvo naudojami sieniniai ir kišeniniai, antrojoje pusėje — staliniai ir rankiniai laikrodžiai.*
- *Kaime net XIX a. pabaigoje laikrodžių buvo labai mažai. Švenčionių rajone seni žmonės pasakodavo, kaip visas kaimas pirkdavo „sudėtinį" laikrodį, o laiką sužinodavo pasiuntę pas kaimyną piemenį.*





2.29 pav.

Moksle ir technikoje tiksliems matavimams reikalingi ir labai maži laiko matavimo vienetai. Todėl, be šešiasdešimtainės babiloniečių skaičiavimo sistemos, vartojama ir dešimtainė:

1 milisekundė (1 ms) = 0,001 s,
1 mikrosekundė (1 μs) = 0,000 001 s,
1 nanosekundė (1 ns) = 0,000 000 001 s,
1 pikosekundė (1 ps) = 0,000 000 000 001 s.

Laikas matuojamas laikrodžiais. Keletas jų parodyta 2.29 paveiksle. Dažniausiai jų svyruoklė per 1 s tiksliai susvyruoja vieną arba keletą kartų. Nedideliems laiko tarpams matuoti minutėmis, sekundėmis bei sekundės dalimis naudojamas prietaisas, vadinamas sekùndmačiu (ypač populiarus sporte). Yra laikrodžių, kurie rodo laiką pagal atomuose vykstančių procesų trukmę.

Užduotys

1. Justina gimė 1988 m. kovo 21 d., Kotryna — 1979 m. balandžio 17 d. Koks šiandien jų amžius?

2. Laikrodžiu ar sekundmačiu kiekvienas iš jūsų išmatuokite laiko tarpą tarp savo širdies dviejų tvinksnių.

3. Išreikškite sekundėmis:

30 min = ...	15 h 30 min = ...
4 h = ...	10 min 50 s = ...
3 h 20 min = ...	4 h 10 min = ...

4. Išreikškite minutėmis ir valandomis:

7320 s = ...	9000 s = ...
6000 s = ...	5040 s = ...
7200 s = ...	21 600 s = ...

5. Kiek sekundžių turi metai?

6. Kiek sekundžių jau gyvenai?

Skyriaus „Fizikiniai dydžiai ir jų matavimo vienetai" santrauka

Fizikiniai dydžiai	• Fizikiniai dydžiai apibūdina reiškinių, kūnų bei medžiagų savybes. • Išmatuoti kurį nors fizikinį dydį — tai palyginti jį su tos pačios rūšies dydžiu, laikomu to dydžio matavimo vienetu.
Matavimo vienetų sistemos	• XVIII a. pabaigoje Prancūzijoje sukurta metrinė vienetų sistema. Lietuvoje ji įteisinta 1920 metais, o tarptautinė vienetų sistema (SI) — 1980 metais. • Metrinė vienetų sistema dar vadinama dešimtaine vienetų sistema. Jos kartotiniai ir daliniai vienetai sudaromi dauginant arba dalijant pagrindinius vienetus iš 10, 100 ir t. t. • Tarptautinė vienetų sistema susiformavo metrinės sistemos pagrindu. • Valanda dalijama į 60 minučių, o minutė — į 60 sekundžių. Tai babiloniečių šešiasdešimtainės skaičiavimo sistemos palikimas.

Nagrinėti fizikiniai dydžiai

Fizikinis dydis	Simbolis	Matavimo vienetas	Matavimo prietaisas
Ilgis	l	Metras (1 m)	Liniuotė, matavimo juosta, ruletė, slankmatis, mikrometras
Plotas	S	Kvadratinis metras (1 m^2)	Planimetras
Tūris	V	Kubinis metras (1 m^3)	Matavimo cilindras, menzūra
Masė	m	Kilogramas (1 kg)	Svarstyklės
Laikas	t	Sekundė (1 s)	Laikrodis, sekundmatis

$\rho = \frac{m}{V}$ $[\rho] = 1\ kg/m^3$	• Medžiagos tankis apibūdina kūną sudarančią medžiagą. Jis rodo, kokia yra vienetinio tūrio medžiagos masė. • Norint rasti medžiagos, iš kurios pagamintas kūnas, tankį, reikia to kūno masę padalyti iš jo tūrio.



3 Medžiagos būsenos

Šiame skyriuje susipažinsite su:
- įvairiomis medžiagos būsenomis:
  - kietąja,
  - skystąja,
  - dujine;
- medžiagos sandara:
  - molekulėmis ir jų sąveika,
  - atomais bei sudedamosiomis jų dalimis;
- difuzijos reiškiniu;
- Brauno judėjimu.

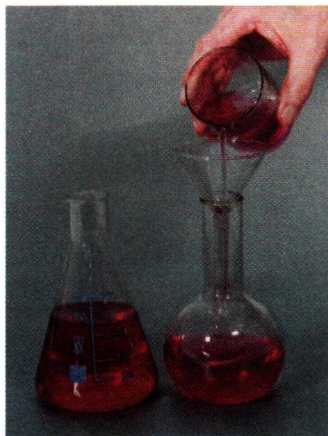
3.1. Kietieji kūnai, skysčiai ir dujos

Tai įdomu!

• *Kadaise atliktas toks bandymas. Švininis rutulys pripildytas vandens ir labai sandariai uždarytas. Tada į jį trenkta sunkiu kūju, kad susispausdamas suslėgtų viduje esantį vandenį. Vanduo nesusislėgė, bet prasisunkė pro rutulio sieneles.*

• *Skysčiui būdinga savybė lengvai keisti formą taikoma liejyboje skulptūroms, varpams, buities reikmenims (indams, šviestuvams), papuošalams, medaliams ir t. t. kurti. Skystas metalas ar kita medžiaga (vaškas, stiklas) liejama į specialias formas ir stingdoma.*

3.1 pav.



Įvairios medžiagos būsenos

Iš patyrimo žinome, kad vienos medžiagos yra kietos, kitos — skystos, trečios — dujinės. Kaip antai geležį mums įprasta matyti kietą, aliejų — skystą, orą (nors jo tiesiogiai ir nematome) — dujinį.

Pavyzdys. Vanduo — skystis. Tačiau žiemą ežerų ir upių vanduo paviršiuje sušąla ir virsta kietuoju kūnu — ledu. Vanduo garuoja, nors jo garų ir nematome (rūkas, migla — tai vandens garai, virtę smulkučiais vandens lašeliais).

Ta pati medžiaga įvairiomis sąlygomis gali būti trejopos būsenos: kieta, skysta ir dujinė. Net metalus, kurie įprastinėmis sąlygomis būna kieti, stipriai kaitinant galima paversti skysčiais ir garais.

Kuo panašios ir kuo skiriasi šios medžiagos būsenos?

Kietieji kūnai

Kietųjų kūnų forma ir tūris yra pastovūs.

1 bandymas. Paimkime geležinės vielos gabalą. Jį galime sulenkti, ištiesti. Tačiau storo neilgo geležinio strypo ir didžiausiomis pastangomis nepavyks sulenkti.

Patirtis rodo, kad kietųjų kūnų tūris, nesikeičiant aplinkos sąlygoms, taip pat nekinta (kietąjį kūną sunku suspausti arba ištempti).

Skysčiai

Jie lengvai keičia savo formą, bet ne tūrį.

2 bandymas. Stiklinę vandens išpilstykime į įvairių formų kolbas ar kitokius indus (3.1 pav.). Matysime, kad vanduo įgis indo, į kurį bus supiltas, formą.

3 bandymas. Sklidinai pripilkime vandens siaurakaklį butelį ir pabandykime jį užkimšti gerai pritaikytu kamščiu. Nepasiseks. Tai rodo, kad skystis mažai spūdus — jo tūris mažai kinta.



3.2 pav.



3.3 pav.

Dujos

Jos neturi pastovios formos ir gana lengvai keičia tūrį. Daugelis dujų yra bespalvės ir skaidrios, todėl jų nematome. Paimkime knygą ir pamojuokime ja tarsi vėduokle palei veidą. Pajusime gaivų vėjelį. Tai juda aplink mus esantis oras.

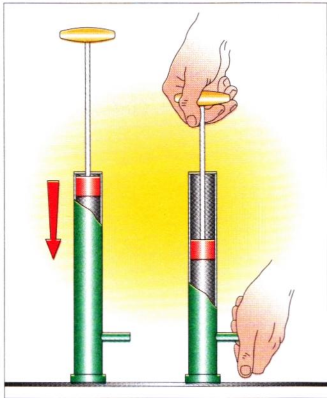
4 bandymas. Užspaudę pirštu piltuvėlio vamzdelį, panardinkime jį į stiklinę su vandeniu. Pamatysime, jog vanduo nepateks į piltuvėlį — neleis jame esantis oras (3.2 pav.).

5 bandymas. Pripūskime vaikišką oro balionėlį, jį užriškime ir keletą kartų paspauskime ranka. Balionėlio, kartu ir jame esančio oro forma bei tūris keisis (3.3 pav.).

6 bandymas. Užspauskime ranka oro siurblio angą ir stūmoklį stumkime žemyn (3.4 pav.). Jis pasislinks, vadinasi, po stūmokliu esantis oras susispaus, jo tūris sumažės. Taigi dujos yra spūdžios.

Palyginkime medžiagų būsenų ypatybes.

3.4 pav.



Medžiagos būsena	Kūno forma	Kūno tūris	Medžiagos savybės
Kietoji	Pastovi	Pastovus	Nespūdi, kieta, tvirta
Skystoji	Nepastovi	Pastovus	Beveik nespūdi, taki
Dujinė	Nepastovi	Nepastovus	Spūdi, užima visą indą

Vėliau, kai susipažinsite su medžiagos sandara, geriau suprasite, kuo skiriasi medžiagos būsenos.

Užduotys

1. Nurodykite, kurios čia išvardytų medžiagų kambario temperatūros sąlygomis yra kietos, kurios — skystos ir kurios — dujinės: gyvsidabris, vandens garai, varis, odekolonas, vanduo, alavas, stiklas, vandenilis.

2. Ar gali būti švinas skystas, o gyvsidabris kietas?

3. Ar tomis pačiomis sąlygomis gali būti dujinės būsenos švinas, gyvsidabris ir auksas?

4. Kurios medžiagos pavadinimas pasikeičia, kai ji virsta kitos būsenos medžiaga?

5. Ar visais požiūriais teisingas pasakymas: „Stiklinėje nieko nėra"?

6. Apverskite stiklinę dugnu aukštyn ir palengva gramzdinkite ją į vandenį. Stebėkite, ar kinta stiklinėje oro tūris.

7. Ar gali kambario temperatūros oras uždarame 3 l stiklainyje užimti tik 1 dm^3, kai kitų medžiagų stiklainyje nėra?

8. Nurodykite keletą tos pačios medžiagos fizikinių kūnų.

9. Kur technikoje taikomos kietųjų kūnų, skysčių ir dujų savybės?

10. Kodėl nepasiseka pripildyti butelį skysčio, kai piltuvėlis gerai prigludęs prie butelio kaklelio?

Tai įdomu!

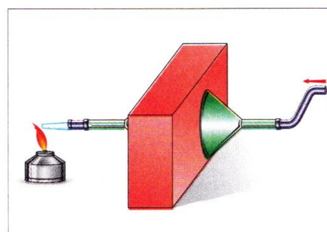
- *Daugelis kraštų importuoja gamtines dujas. Patogiausia jas atsigabenti vamzdynais, tačiau ne visada tai yra įmanoma. Tada dujos yra skystinamos — atšaldomos iki –161 °C temperatūros. Jų tūris sumažėja 600 kartų, t. y. iš 600 l dujų gaunama 1 l skystų dujų. Tokios dujos transportuojamos tankeriais (angl.* tank *— cisterna, bakas).*

3.2. Molekulės ir atomai

Medžiagos sudarytos iš dalelių

Daugelį fizikinių reiškinių, medžiagų savybių galima paaiškinti padarius prielaidą, kad medžiagos sudarytos iš dalelių, tarp kurių yra tarpai. Kasdien susiduriame su daugybe kūnų, kurie iš pirmo žvilgsnio atrodo ištisiniai. Ar iš tikrųjų taip yra?

1 bandymas. Prie raudonos plytos plastilinu ar universaliais klijais iš abiejų pusių pritvirtinkime piltuvėlius. Ant vieno piltuvėlio vamzdelio galo užmaukime ilgą guminę žarnelę, ant kito — trumpą. Į trumposios žarnelės laisvąjį galą įsprauskime stiklinį vamzdelį su smailiu antgaliu. Pro ilgąją žarnelę pūskime orą ir stebėkime, kaip krypsta į šoną prie stiklinio vamzdelio pastatytos žvakės liepsna (3.5 pav.).



3.5 pav.

2 bandymas. Paimkime sausą plytą ar kreidos gabaliuką ir užlašinkime ant jo vandens. Matome, kad plyta arba kreida sugeria vandenį.

Šie bandymai rodo, kad kūnai yra akyti, taigi jie patvirtina skyrelio pradžioje pateiktą prielaidą, jog medžiagos sudarytos iš dalelių, tarp kurių yra tarpai.

Molekulės

Per gamtos pažinimo pamokas sužinojote, kad dalelės, iš kurių sudarytos medžiagos, vadinamos **molèkulėmis** (lot. *molecula* — mažytė masė). Taigi **molekulė yra smulkiausia daugelio medžiagų dalelė, turinti toms medžiagoms būdingų cheminių savybių**.

Kadangi medžiagų yra nepaprastai daug, tai gausi ir molekulių įvairovė. Medžiagos molekulės yra tokios mažos, kad jų dydį sunku net įsivaizduoti.

Molekulių skersmuo siekia apie 0,1—1 nm. 1 000 000—10 000 000 molekulių, sudėtų viena šalia kitos, tilptų 1 mm ilgio atkarpoje.

Įvairių medžiagų molekulės yra nevienodo dydžio (prisiminkite: vienos iš smulkiausių yra vandenilio molekulės, o vienos iš stambiausių — baltymų molekulės), tuo tarpu tos pačios medžiagos visos molekulės vienodos ir nė viena kita medžiaga nėra sudaryta iš tokių molekulių.

Atomai

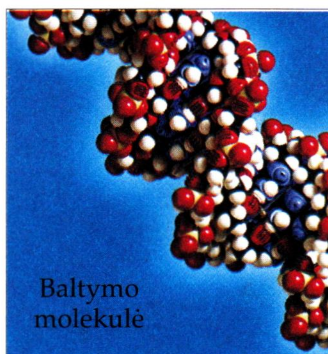
Kad ir kokios mažos yra molekulės, tačiau jas galima suskaidyti į dar smulkesnes daleles, vadinamas **atòmais** (gr. *atomos* — nedalus). Vyksta ir atvirkščias procesas — atomai jungiasi vieni su kitais, sudarydami molekules. Molekulės gali būti sudarytos iš vienos rūšies arba skirtingų rūšių atomų, be to, gali skirtis ir atomų skaičius molekulėje. Pavyzdžiui, deguonies arba vandenilio molekulė susideda iš dviejų (vienodų) atomų, vandens molekulė — iš trijų atomų: dviejų vandenilio ir vieno deguonies, baltymų molekulė — iš dešimčių ar net šimtų tūkstančių atomų. Molekules galime pavaizduoti schemiškai (3.6 pav.). Šis jų vaizdavimas vadinamas molekulės modeliu.

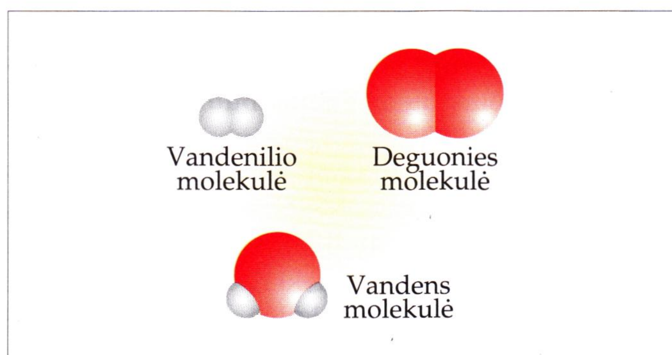
Tos pačios rūšies atomai vadinami **chèminiais elemeñtais**. Vadinasi, **atomas yra mažiausia cheminio elemento dalelė**. Šiuo metu atomų yra žinoma per 110 skirtingų rūšių. Kyla klausimas: jeigu skirtingų atomų yra vos per 110, tai kodėl gamtoje taip gausu iš jų sudarytų medžiagų (prisiminkime: jų yra daugiau kaip 13 milijonų)? Viskas labai paprasta. Medžiagų įvairovę lemia skirtingas atomų skaičius molekulėje bei įvairūs tų atomų deriniai.

Tai įdomu !

- *Graikų filosofas* D e m o k r i t a s (Demokritos)*, gyvenęs 460—370 m. pr. Kr., aiškino, kad visos medžiagos sudarytos iš mažų, nuolat judančių dalelių, vadinamų atomais.*
- *1647 m. prancūzų filosofas* P j e r a s G a s e n d i s (P. Gasendi) *savo knygoje tvirtino, kad kiekvieno kūno atomai susijungia į tam tikras grupes, kurias jis pavadino molekulėmis. Nuo to laiko ir vartojamas molekulės terminas.*

3.6 pav.





Kaip iš 32-iejų mūsų abėcėlės raidžių galima sudėti nepaprastai daug žodžių, taip ir iš 110 atomų pavyksta sudaryti gausybę medžiagų.

Atomo sandara

Atomai taip pat nėra nedalomi, jie susideda iš dar smulkesnių dalelių, vadinamų **protònais**, **neutrònais** ir **elektrònais**. Jų skaičius įvairiuose atomuose yra skirtingas. Protonai ir neutronai, sudarantys 99,9 % atomo masės, yra susitelkę mažytėje atomo tūrio dalyje — atomo centre. Jie sudaro atomo branduolį. Aplink jį didžiuliais greičiais nuolat skrieja elektronai.

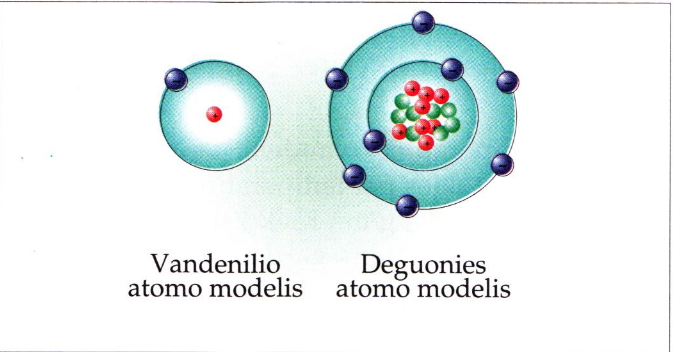
Protonai ir elektronai turi ypatingą savybę — **elèktros krū̃vį**. Plačiau apie jį kalbėsime aukštesnėse klasėse, o dabar pakaks žinoti, jog protono elektros krūvis yra teigiamas, elektrono — tokio pat dydžio, bet neigiamas.

Dalelės, turinčios elektros krūvį, dar vadinamos vienu vardu — **elektríngosiomis dalẽlėmis**. Neutronas elektros krūvio neturi, sakoma, kad jis yra neutralus. Įprastinėmis sąlygomis neutralus yra ir atomas, nes teigiamasis branduolio (protonų) krūvis lygus neigiamajam elektronų krūviui.

Schemiškai pavaizdavę sudedamąsias atomo daleles, gauname atomo modelį, kuris kartais vadinamas planetiniu, nes primena Saulės sistemos sandarą. 3.7 paveiksle pavaizduoti vandenilio ir deguonies atomų modeliai.

Elektronas skriedamas gali kai kada atitrūkti nuo atomo ir tada šis pasidaro jau nebeneutralus — įgy-

3.7 pav.



Tai įdomu!

• *Lietuvoje pirmą kartą molekulės sąvoką pavartojo iš Kražių apylinkių kilęs filosofas ir fizikas Benediktas Dobševičius knygoje „Dabartinės filosofų pažiūros", išleistoje 1760 metais.*

• *Ilgą laiką atomo ir molekulės sąvokos buvo painiojamos. Tik 1860 m. Karlsrūhėje (Vokietija) įvykusiame chemikų kongrese jos buvo tiksliai apibrėžtos.*

• *Pro šiuolaikinius elektroninius mikroskopus molekules galima ir pamatyti.*

• *1897 m. anglų fizikas Džozefas Džonas Tomsonas* (J. J. Thomson, *1856—1940) atrado elektroną.*

ja teigiamąjį krūvį. Vieno ar kelių elektronų netekęs atomas virsta **teigiamúoju jonù**. Prisijungęs vieną ar keletą elektronų, neutralus atomas įgyja neigiamąjį krūvį ir virsta **neigiamúoju jonù**. Kai kurios medžiagos (metalai, druskos) sudarytos ne iš molekulių arba atomų, bet iš jonų.

Užduotys ??

1. Kodėl tokiomis pat sąlygomis spaudžiamų dujų tūris kinta labiau negu skysčių ir kietųjų kūnų?

2. Ar galima sakyti, kad dujų tūris inde lygus jų molekulių tūrių sumai?

3. Į stiklinę vandens įdėjus keletą gabaliukų cukraus, vandens lygis pakyla. Cukrui ištirpus, jis vėl nusileidžia. Paaiškinkite šį reiškinį.

4. Aliejaus lašas, kurio tūris 0,003 mm^3, pasklido plonu sluoksniu vandens paviršiaus 300 cm^2 plote. Sluoksnio storis apytiksliai lygus aliejaus molekulės skersmeniui. Apskaičiuokite šį skersmenį.

5. Baltymų molekulės nufotografuotos pro elektroninį mikroskopą, didinantį 200 000 kartų. Molekulės atvaizdo skersmuo yra 0,5 mm. Koks tos molekulės skersmuo?

6. Ar skiriasi šilto ir šalto vandens molekulės? O vandens ir aliejaus molekulės?

7. Mažame rasos lašelyje yra 15 000 000 000 000 000 vandens molekulių. Įsivaizduokite, kad iš šio lašelio pro mažą angą kas sekundę išlekia po milijoną vandens molekulių. Per kiek laiko išlėktų visos lašo molekulės? Laikykite, kad metai turi 365 dienas.

8. 4 °C temperatūros vandens tankis yra lygus 1000 kg/m^3, o tokios pat temperatūros vandens garų tankis — 0,0064 kg/m^3. Kiek kartų vandens tankis didesnis už vandens garų tankį? Paaiškinkite kodėl.

3.3. Molekulių judėjimas

Difuzija

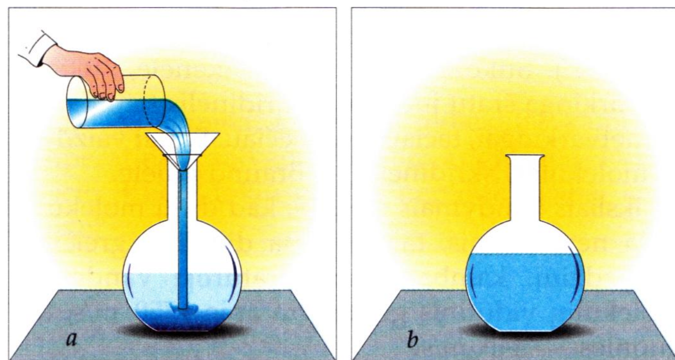
Molekulės yra labai mažos, plika akimi nematomos. Todėl, stebėdami medžiagas, nieko negalime pasakyti apie jas sudarančias daleles. Tačiau kai kurie reiškiniai rodo, kad molekulės be perstojo juda. Vienas iš tokių reiškinių yra **difùzija** (lot. *diffusio* — sklidimas, išsiliejimas) — savaiminis medžiagų judančių dalelių maišymasis.

1 bandymas. Ant popieriaus lapelio užlašinkime kelis lašus kvepalų. Netrukus jų kvapą jusime visame kambaryje. Tai rodo, kad kvepalų molekulės prasiskverbia visur. Judėdamos jos susiduria su oro dalelėmis, po smūgio kaskart pakeičia judėjimo kryptį ir dėl to netvarkingai slinkdamos pasklinda po visą kambarį.

2 bandymas. Maždaug pusę stiklinės kolbos arba matavimo cilindro pripilkime distiliuoto vandens. Pro piltuvėlį, sujungtą su dugną siekiančia gumine žarnele, įpilkime į ją žydro vario sulfato vandeninio tirpalo. Jis yra sunkesnis už vandenį, todėl nusės kolbos ar cilindro dugne (3.8 pav., *a*). Atsargiai ištraukę guminę žarnelę, matome ryškią abiejų skysčių ribą.

Kolbą arba cilindrą pastatykime fizikos kabinete ramioje vietoje. Po kelių dienų pamatysime, kad

3.8 pav.



Tai įdomu!

• *Gamtinės dujos neturi nei spalvos, nei kvapo, todėl jų nutekėjimas būtų ne iš karto pajuntamas. Dėl difuzijos pasklidusios po kambarį ir susimaišiusios su oru, uždaroje patalpoje jos sprogtų nuo kibirkšties ar degtuko, apnuodytų.*

Kad būtų juntamas dujų nutekėjimas, jos sumaišomos su medžiagomis, kurias galima užuosti, taigi ir išvengti nelaimių.

riba tarp abiejų skysčių pradeda nykti. Po ilgesnio laiko dėl difuzijos skysčiai visiškai susimaišo ir tirpalas pasidaro vienalytis, blyškiai žydras (3.8 pav., *b*).

3 bandymas. Į stiklinę vandens įmeskime mažą kruopelę dažų. Visas vanduo nusidažys.

Difuzija pagrįstas ir vandens įsiskverbimas į plytą ar kreidos gabaliuką (žr. 3.2 skyrelio 2 bandymą).

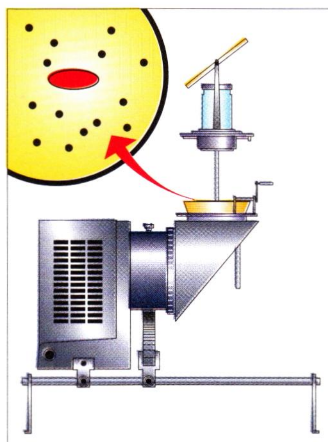
Gamtoje difuzija reiškiasi įvairiai. Dėl jos prie Žemės paviršiaus oras yra vienalytis. Ji turi didelę įtaką augalų mitybai. Difuzijos būdu pro odą deguonis iš aplinkos patenka į žmogaus organizmą, o maistingosios medžiagos — iš žarnyno į kraują. Technikoje, remiantis difuzijos reiškiniu, į metalų ar jų lydinių paviršių įterpiama kitų medžiagų, kurios pagerina jų savybes.

Brauno judėjimas

1827 m. škotų botanikas Robertas Braunas (*R. Brown*) mikroskopu tyrė skysčio laše pakibusias žiedadulkes. Jis pastebėjo, kad jos nepaliaujamai juda zigzagais. Šis judėjimas jį atradusio mokslininko garbei buvo pavadintas **Bráuno judéjimu**. Jį galima paaiškinti taip: mažos dalelės (žiedadulkės) juda, nes į jas atsitrenkia iš įvairių pusių skriejančios net pro mikroskopą nematomos skysčio molekulės. Smūgiai yra ne visiškai vienodi, dėl to dalelės juda netvarkingai.

Brauno judėjimą galima pailiustruoti specialiu prietaisu atliekant bandymą.

3.9 pav.



4 bandymas. Prietaisą sudaro dėžutė, kurios dugnas ir viršus stikliniai. Dėžutės viduje yra skridinėlis ir gerokai mažesnių už jį šratų. Projekcijos aparatas rodo skridinėlio ir šratų atvaizdus ekrane (3.9 pav.). Sukdami prietaiso rankenėlę, stebime netvarkingą šratų judėjimą. Skridinėlis taip pat juda netvarkingai, tačiau daug lėčiau. Šratai vaizduoja molekules, skridinėlis — Brauno dalelę.

Tiksliais bandymais įrodyta, kad dujų molekulės juda nevienodais, tačiau gana dideliais greičiais. Pavyzdžiui, kambario temperatūroje vandenilio molekulių vidutinis greitis yra apie 1750 m/s, deguonies — 440 m/s.

Užduotys ? ?

1. Kuriuose kūnuose difuzija vyksta greičiausiai: kietuosiuose kūnuose, skysčiuose ar dujose?

2. Kodėl nerekomenduojama šaldytuve greta pieno produktų laikyti silkę arba supjaustytus svogūnus?

3. Kodėl laužo dūmai ir ramiu oru po kurio laiko pasidaro nematomi?

4. Gerai pripūstas krepšinio kamuolys ilgainiui subliūkšta. Kodėl?

5. Kodėl įsisūdo mėsa, žuvis ir kiti produktai? Kuriuo reiškiniu pagrįstas šis produktų konservavimo būdas?

6. Kuriuo reiškiniu pagrįstas labai sūrių produktų (silkės, mėsos) mirkymas?

7. Kodėl nepatvariais dažais dažytų šlapių drabužių negalima dėti kartu su šviesiais?

8. Kodėl palietą rašalą nuo stalo, grindų lengviau nuvalyti tuoj pat negu po kurio laiko?

9. Ar galima sakyti, kad, stebėdami Brauno judėjimą, matome judančias molekules?

10. Paimkite dvi stiklines: vieną — su karštu vandeniu, kitą — su šaltu. Įlašinkite į jas keletą lašų arbatos esencijos. Stebėkite, kaip nusidažo vanduo stiklinėse.

11. Žalią bulvę perpjaukite pusiau, per vidurį pjūvio padėkite kalio permanganato kristalėlį ir bulvės puses suglauskite. Po kurio laiko jas perskirkite ir pasižiūrėkite, kas įvyko. Paaiškinkite reiškinį.

12. Yra žinoma, kad dujų molekulės kambario temperatūros sąlygomis juda apytiksliai kulkos greičiu. Kodėl tokiu greičiu neplinta kvapai kambaryje?

3.4. Molekulių trauka ir stūma

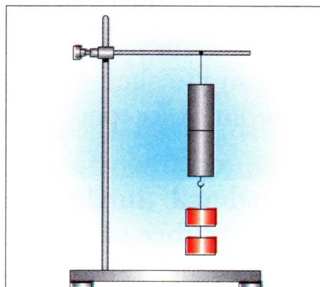
Sakėme, kad medžiagų dalelės (molekulės, atomai arba jonai) be perstojo juda, be to, tarp jų yra tarpai. Tai kodėl medžiagos nesubyra į atskiras molekules ar atomus?

1 bandymas. Paimkime du švininius ritinius. Gerai nuvalytus jų galus suglauskime ir pasukdami stipriai abudu suspauskime. Tada vieną galą pritvirtinkime prie strypo, o prie kito galo prikabinkime pasvarus (3.10 pav.). Sukibę ritiniai gali išlaikyti gana sunkų krovinį — net 5—7 kg masės pasvarus.

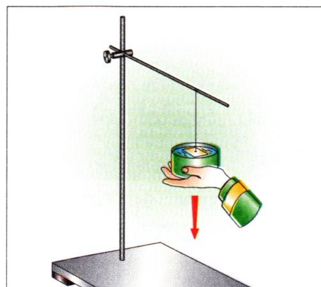
2 bandymas. Siauros guminės juostelės vieną galą pririškime prie stovo, o prie kito galo prikabinkime stiklinę plokštelę. Po ja pakiškime stiklinį indą su vandeniu taip, kad plokštelė siektų vandens paviršių (3.11 pav.). Leidžiant indą žemyn, guminė juostelė tempiasi, o plokštelė kurį laiką neatitrūksta nuo vandens.

Abu bandymai rodo, kad tarp įvairios būsenos medžiagos molekulių veikia **traukõs jė́gos**: kiekviena molekulė traukia prie savęs kitas molekules ir yra pati jų traukiama. Bet kodėl tada tarp molekulių yra tarpai, juk, veikiamos traukos jėgų, jos turėtų sulipti? O nesulimpa jos dėl to, kad pernelyg suartėjusios ima stumti viena kitą — tarp molekulių pradeda veikti **stūmõs jė́gos**. Molekulių stūma

3.10 pav.



3.11 pav.



reiškiasi, kai norime suspausti kietuosius kūnus, ištiesinti sulenktą lazdą ar strypą ir t. t.

Molekulių traukos reiškiniu pagrįstas klijavimas, dažymas, litavimas ir pan.

Nuo molekulių sąveikos jėgų pobūdžio priklauso medžiagų būsena. Tai matyti iš lentelės, kurioje apibūdinama įvairios būsenos medžiagų sandara, jų dalelių sąveika.

Medžiagos būsena	Medžiagas sudarančių dalelių išsidėstymas ir sąveika
Kietoji	• Kietųjų kūnų dalelės (molekulės arba atomai) išsidėsčiusios labai tvarkingai arti viena kitos. • Kiekviena dalelė svyruoja apie pastovų tašką. • Dalelės stipriai traukia viena kitą.
Skystoji	• Skysčių molekulės taip pat išsidėsčiusios glaudžiai (atstumai tarp gretimų molekulių mažesni už jas pačias), tačiau netvarkingai. • Nuolat judėdamos jos nenutolsta viena nuo kitos dideliu atstumu. • Molekulių tarpusavio trauka silpnesnė nei kietuosiuose kūnuose.
Dujinė	• Tarpai tarp dujų molekulių dešimtis kartų didesni už jas pačias. • Molekulės laisvai juda visomis kryptimis beveik neveikdamos viena kitos.

Užduotys ??

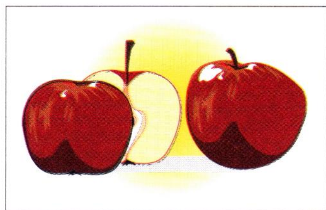
1. Kodėl toje pačioje temperatūroje difuzija greičiau vyksta dujose negu skysčiuose?

2. Kodėl litavimui naudojamas išlydytas lydmetalis?

3. Paaiškinkite klijavimą molekulių sąveikos požiūriu.

4. Kodėl dulkės nekrinta nuo kūnų apatinių paviršių?

5. Kodėl palijus kelias nedulka?



3.12 pav.

6. Kodėl tarp kraunamų vienas ant kito poliruotų stiklo lakštų dedami popieriaus lapai?

7. Jeigu perpjauto pusiau obuolio abi puses suglausime, jos nepersiskirs (3.12 pav.). Kodėl?

8. Kodėl sunku nusivilkti peršlapusius (prie kūno prilipusius) marškinius?

9. Kodėl vienas ant kito uždėtą sausą popieriaus lapelį lengva išilgai patraukti, o šlapią — ne?

10. Ar vienodos traukos jėgos veikia tarp įvairių medžiagų molekulių? Atsakymą pagrįskite pavyzdžiais.

11. Ką bendra turi metalų suvirinimas ir litavimas? Paaiškinkite šiuos reiškinius.

12. Kodėl suvirinamas metalines detales reikia gerai suglausti aukštos temperatūros sąlygomis?

13. Kai reikia matuoti labai tiksliai, technikoje naudojamos Johansono plytelės. Vos priglaustos viena prie kitos, jos labai gerai laikosi. Kodėl?

Skyriaus „Medžiagos būsenos" santrauka

Medžiagos sudarytos iš:	• molekulių — smulkiausių daugelio medžiagų dalelių, turinčių tų medžiagų cheminių savybių. • atomų — mažiausių cheminio elemento dalelių.	Medžiagų molekulės ir atomai be perstojo netvarkingai juda.
Atomai susideda iš:	• branduolių, kurių krūvis teigiamas, • elektronų, turinčių neigiamą krūvį. Branduolį sudaro protonai ir krūvio neturintys neutronai. Teigiamasis atomo branduolio krūvis lygus neigiamajam elektronų krūviui, todėl atomas yra neutralus. Atomas, netekęs vieno ar kelių elektronų, vadinamas teigiamuoju jonu, o prisijungęs vieną ar kelis papildomus elektronus — neigiamuoju jonu.	
Difuzija	Savaiminis medžiagų judančių dalelių maišymasis vadinamas difuzija.	
Brauno judėjimas	Netvarkingas pakibusių skystyje arba dujose dalelių judėjimas vadinamas Brauno judėjimu.	
Molekulių sąveika	Molekulės traukia viena kitą tada, kai atstumai tarp jų yra mažesni už jas pačias. Dar labiau suartėjusios molekulės pradeda stumti viena kitą.	
Medžiagos būsenos	Medžiagos gali būti trejopos būsenos: kietosios, skystosios ir dujinės. • Kietųjų kūnų forma ir tūris yra pastovūs. Jie nespūdūs, tvirti. • Skysčių forma nepastovi. Jie beveik nespūdūs, takūs. • Dujų forma ir tūris yra nepastovūs. Jos spūdžios, užima visą indą.	



4 Šiluminis kūnų plėtimasis

Šiame skyriuje susipažinsite su:

- temperatūros sąvoka;
- termometrais;
- šių medžiagų šiluminio plėtimosi reiškiniu:
  - kietųjų kūnų,
  - skysčių,
  - dujų;
- vandens šiluminio plėtimosi ypatumais.

4.1. Šiluminis kietųjų kūnų plėtimasis

Tai įdomu!

- *Statybose plačiai naudojamas gelžbetonis — betonas su plienine armatūra (pranc.* beton; *lot.* bitumen — *dirbtinis akmuo, lot.* armatura — *apginklavimas). Šios skirtingos medžiagos gali sudaryti gelžbetonį todėl, kad kaisdamos ar vėsdamos plečiasi ar traukiasi vienodai. Jei plėstųsi ar trauktųsi skirtingai, gelžbetonis suirtų.*
- *Guminė juostelė šildoma traukiasi.*
- *Pakaitinta nuo 0 °C iki 100 °C 1 m ilgio geležinė viela pailgėja 1,2 mm, varinė — 1,7 mm, aliumininė — 2,2 mm.*

Šildomi kūnai plečiasi

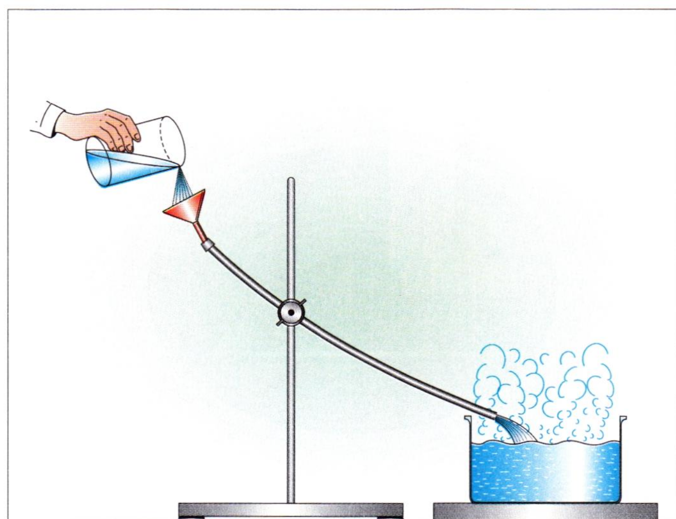
Nagrinėdami eksperimentinį metodą, aptarėme bandymą su metaliniu rutuliuku (žr. p. 15). Šaltas jis pralindo pro metalinį žiedą, o pakaitintas — ne. Tada padarėme išvadą, kad šildomi metalai plečiasi, šaldomi — traukiasi. Pakaitintas rutuliukas išsiplėtė — padidėjo jo matmenys, kartu ir tūris.

Sakėme, kad ypač pastebimai kinta šildomų arba šaldomų ilgų metalinių daiktų matmenys. Tai iliustruoja elektros arba telefono laidai, kurie vasarą nukąra, žiemą įsitempia.

Jeigu atliktume bandymus su stikliniais, moliniais ir kitokiais daiktais, įsitikintume, kad beveik visi kietieji kūnai šildomi plečiasi, o šaldomi — traukiasi. Visi žinome, kad plastikiniu dangteliu sandariai uždengtą stiklainį ne visada pavyksta atidaryti, tuo tarpu palaikytas po karšto vandens srove jis nuimamas palyginti lengvai.

Šiluma nevienodai iš karto paveikia visą šildomą kūną.

4.1 pav.



1 bandymas. Pro gulsčią ilgą metalinį vamzdelį iš lėto pilkime karštą vandenį (4.1 pav.). Vamzdelis išlinks.

Vanduo labiau šildo apatinę jo pusę, dėl to ji labiau įkaista, daugiau pailgėja.

Dažnai suskyla storasienės stiklinės, kai į jas įpilame karšto vandens. Vidinė jų sienelė įšyla greičiau negu išorinė, todėl ir plečiasi jos nevienodai. Metalinis vamzdelis dėl to išlinksta, o trapus stiklas suskyla.

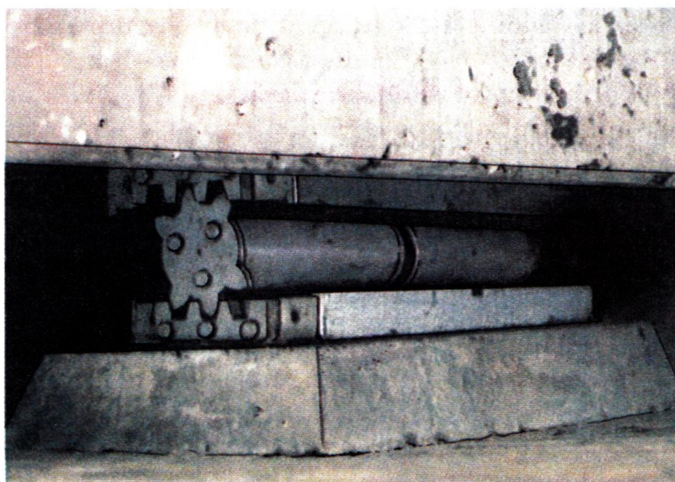
Ir vienodai įkaitinti ilgi kietieji kūnai pailgėja daugiau negu trumpi. Kad būtų galima išvengti katastrofiškų šiluminio kūnų plėtimosi padarinių, geležinkelio bėgių sandūrose paliekami tarpeliai, ilgų tiltų įtvirtinamas tik vienas galas, kitas — uždedamas ant ritinio, kad galėtų pasislinkti (4.2 pav., *a*), daromos ilgų vamzdynų išlankos (4.2 pav., *b*).

Kūnai plečiasi nevienodai

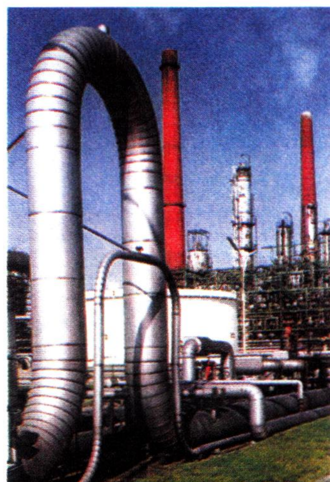
Įvairūs kietieji kūnai nuo šilumos plečiasi nevienodai.

2 bandymas. Paimkime tuščią arbatos pakelį, kurio viena pusė popierinė, o kita — iš aliuminio folijos (lot. *folium* — lapas), ir atkirpkime juostelę. Priartinkime degantį degtuką prie juostelės iš vienos pusės, paskui — iš kitos. Ir vienu, ir kitu atveju ji

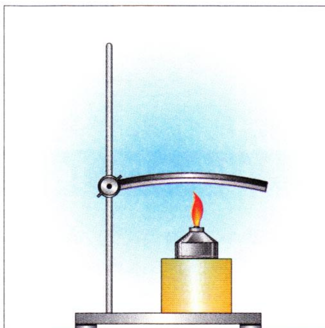
4.2 pav.



a



b



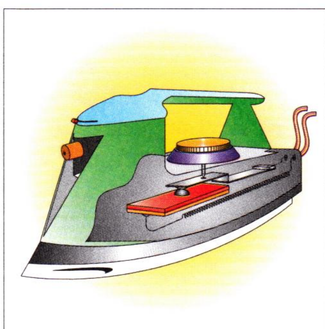
4.3 pav.

užlinks į popieriaus pusę, nes kaitinamas aliuminis plečiasi labiau.

Tą patį galima pasakyti ir apie kitus metalus. Labiausiai nuo šilumos plečiasi cinkas, švinas, alavas, mažiausiai — geležies, nikelio ir kobalto lydinys, vadinamas invaru (lot. *invariablis* — nekintamas).

3 bandymas. Nejudamai sujunkime dvi plokšteles, pagamintas iš skirtingų metalų, kurie šildomi plečiasi, o vėsinami traukiasi nevienodai. Pakaitinę gautą dvigubą plokštelę, matome, kad ji išsiriečia į to metalo, kuris plečiasi mažiau, pusę (4.3 pav.).

Tokios iš dviejų metalų sukniedytos plokštelės vadinamos **bimetalìnėmis** (lot. *bis* — dukart, pirmasis sudurtinio žodžio dėmuo, reiškiantis dviejų dalių turėjimą). Jos naudojamos kaip įvairių prietaisų temperatūros reguliãtoriai.



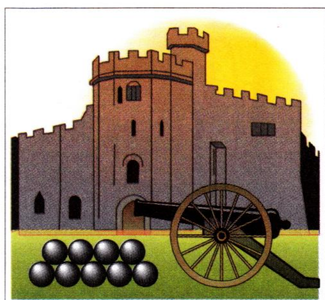
4.4 pav.

Šiluminio plėtimosi taikymas

Kietųjų kūnų šiluminio plėtimosi savybė plačiai taikoma praktikoje. Ja pagrįstas siūlių kniedijimas, savirašių temperatūros matavimo prietaisų — termogrãfų (gr. *thermos* — šiltas, karštas + *grapho* — rašau), laidynių ir kitų prietaisų veikimas.

Svarbi elektrinės laidynės dalis yra temperatūros reguliatorius — bimetalinė plokštelė (4.4 pav.). Įjungus laidynę į tinklą, plokštele pradeda tekėti elektros srovė. Plokštelė ima kaisti, nuo šilumos išlinksta ir išjungia grandinę. Tada srovė nutrūksta, o bimetalinė plokštelė, taigi ir laidynė, ima vėsti. Po kurio laiko plokštelė atsitiesia, grandinė vėl susijungia ir laidynė pradeda kaisti. Taip galima palaikyti norimą laidynės temperatūrą.

4.5 pav.



Užduotys

1. Vienoje knygoje aprašyta, kaip saulė „sugadino" viduramžių kareivių ginklus — saulės atokaitoje pabuvę sviediniai nelindo į patrankos vamzdį. Ar galėjo taip atsitikti? Ką turėjo daryti kareiviai, kad galėtų užtaisyti patranką (4.5 pav.)?

2. 4.6 paveiksle parodyta iš skardos iškirpta figūra. Ar pasikeis kampo α didumas, jei šią figūrą kaitinsime tolygiai?

3. Kaip, remiantis šiluminio plėtimosi reiškiniu, įtvirtinti pasvare kabliuką (4.7 pav.)?

4. Ant siūlo pakabintas virbas, o ant jo užmauti du kamšteliai (4.8 pav.). Ar nusvers vienas kamštelis kitą, jei virbą kaitinsime taip, kaip parodyta paveiksle?

5. Kodėl nepatariama prisuktą rankinį laikrodį nusiėmus nuo rankos padėti šaltoje vietoje?

6. Porcelianiniai indai nuo karštos arbatos skyla rečiau negu stikliniai. Kuri šių medžiagų — porcelianas ar stiklas — kaitinama plečiasi labiau?

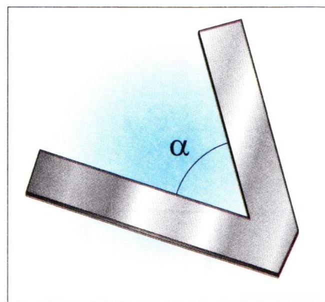
7. Kodėl įtrūksta dažnai kaitinamų emaliuotų indų vidinė pusė?

8. Svarbiausias žmogaus danties audinys yra kieta medžiaga — dentinas. Matomą danties dalį (vainiką) ir dalį kaklelio dengia emalis. Paaiškinkite, kodėl dantys genda, kai po karšto maisto valgomas šaltas, ir atvirkščiai: po šalto — karštas.

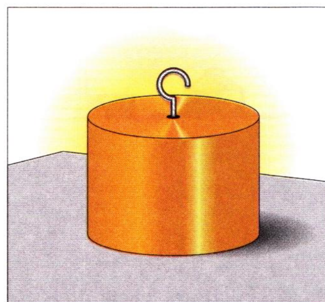
9. Plieno ir cinko plokštelė buvo sukniedytos, paskui vienodai įkaitintos. Kas atsitiko šiai bimetalinei plokštelei, kai ji buvo kaitinama? kai aušo? Kaitinamas cinkas plečiasi labiau negu plienas.

10. Kad būtų lengviau atsukti užrūdijusią veržlę, pirma reikia ją pakaitinti. Kodėl?

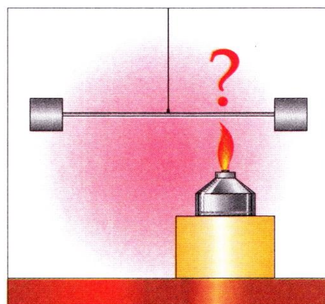
11. Į tuščią plačiakaklį butelį įmeskite degančio popieriaus juostelę. Ant butelio kaklelio uždėkite nuluptą kietai išvirtą kiaušinį. Kas atsitiko? Paaiškinkite reiškinį.



4.6 pav.

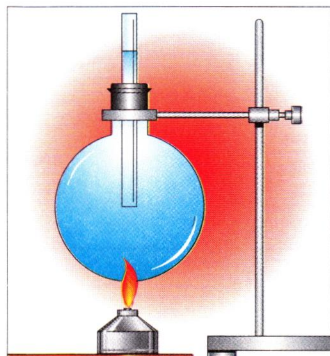


4.7 pav.



4.8 pav.

4.2. Šiluminis skysčių ir dujų plėtimasis



4.9 pav.

Skysčių plėtimasis

4.1 skyrelyje sužinojome, kad šildomi kietieji kūnai plečiasi. O skysčiai? Atlikime su jais keletą bandymų ir pažiūrėkime, kaip kinta šildomų arba aušinamų skysčių tūris.

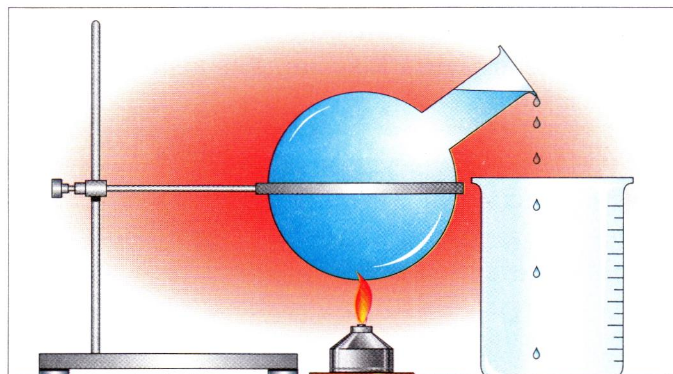
1 bandymas. Apvaliadugnę kolbą pripilkime vandens ir užkimškime kamščiu, kuriame yra stiklinis vamzdelis (4.9 pav.). Užkemšant dalis vandens patenka į vamzdelį. Gavome prietaisą, vadinamą termoskopu (gr. *thermos* — šiltas, karštas + *skopeo* — žiūriu, stebiu). 1597 m. jį išrado italų fizikas ir astronomas Galilėjas Galilėjus. Termoskopą laikant šiltame vandenyje arba kaitinant, matyti, kad vamzdelyje kyla vanduo.

Tokį bandymą galima atlikti ir kolbą pripylus kito skysčio, pavyzdžiui, žibalo.

2 bandymas. Kolbą stove įtvirtinkime pasvirai. Pripilkime iki kaklelio viršaus karšto vandens ir kaitinkime. Vanduo pradės bėgti iš kolbos (4.10 pav.).

Šie bandymai rodo, kad šildomi skysčiai plečiasi. Jie išsiplečia keliasdešimt, o kai kurie — netgi šimtus kartų daugiau negu kietosios medžiagos. Nagrinėjant su skysčių plėtimusi susijusius reiškinius,

4.10 pav.



indo plėtimosi kartais galima nepaisyti. Tačiau jeigu reikia matuoti tiksliai, į tai atsižvelgiama.

Kaitinami įvairūs skysčiai, kaip ir kietieji kūnai, plečiasi nevienodai. Iš mums žinomų skysčių labiau plečiasi eteris, mažiau — žibalas, benzinas, dar mažiau — gyvsidabris, vanduo. Šiluminis vandens plėtimasis labai skiriasi nuo kitų skysčių plėtimosi. Apie tai plačiau sužinosite skaitydami 4.4 skyrelį.

Vėstančių skysčių tūris mažėja, taigi aušdami skysčiai traukiasi.

Dujų plėtimasis

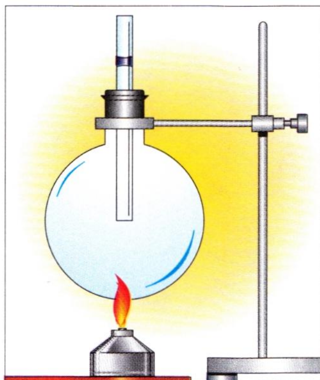
Dujos, kaip ir kietieji kūnai bei skysčiai, nuo šilumos dažniausiai plečiasi.

3 bandymas. Apvaliadugnę kolbą užkimškime kamščiu, kuriame yra stiklinis vamzdelis su vandens lašu (4.11 pav.). Vėl gavome termoskopą. Dabar juo galime stebėti oro plėtimąsi. Pašildykime šį termoskopą ir pamatysime, kaip vandens lašas vamzdelyje pakils. Šildomas oras plečiasi ir stumia vandens lašą į viršų.

4 bandymas. Panardinkime į indą su vandeniu apvaliadugnės kolbos kaklelį ir jį pakreipkime į šoną, kad būtų pasviras. Pašildžius kolbą rankomis, iš vandens ima kilti oro burbuliukai (4.12 pav.). Taigi nuo šilumos oras plečiasi ir išeina iš kolbos.

Oras ir kitos dujos šildomos plečiasi labiau negu kietieji kūnai ir skysčiai.

4.11 pav.



4.12 pav.



Užduotys

1. Pripilkite butelį sklidinai šalto vandens ir pastatykite šiltoje patalpoje. Kodėl dalis vandens išbėga iš butelio?

2. 4.13 paveiksle pavaizduotos kolbos su šaltu vandeniu buvo įleistos į karštą vandenį. Ar vienodai pakilo vanduo vamzdeliuose, jei pradinis lygis visuose buvo vienodas?

3. Į vaikišką balionėlį įpūskite truputį oro, balionėlį užmaukite ant tuščio butelio kaklelio, o butelį pastatykite į šaldytuvą. Kokia bus balionėlio forma po pusvalandžio? Paskui butelį įstatykite į karštą vandenį ir stebėkite balionėlį. Padarykite išvadą.

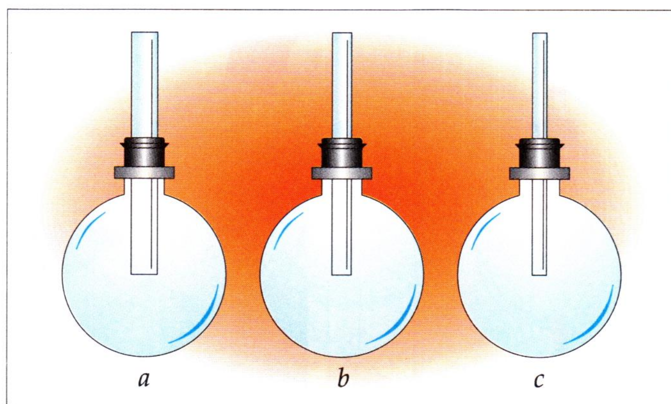
4. Verdamas kiaušinis dažnai suskyla. Prieš verdant jo storgalį pradūrus adata, tai atsitinka rečiau. Paaiškinkite kodėl.

5. Į karštą vandenį įmestas sulankstytas teniso kamuoliukas pamažu išsilygina ir atgauna pirmykštę formą. Paaiškinkite kodėl.

6. Kaitinant kolbą su plonu vamzdeliu (žr. 4.9 pav.), vanduo jame iš pradžių šiek tiek nusmunka. Kodėl?

7. Į lėkštelę įpilkite vandens ir įstatykite apverstą (dugnu aukštyn) stiklinę. Šalia jos įmeskite į vandenį monetą. Kaip, turėdami degtukų bei popieriaus gniužulėlį ir nesušlapdami rankų, galėtumėte išimti monetą iš vandens?

4.13 pav.



4.3. Temperatūra ir jos matavimas

Temperatūros sąvoka

Iš patyrimo žinome, kad vieni kūnai šiltesni, kiti — šaltesni, kad sušyla ir atvėsta oras, kad liepsna degina ir t. t. Kūnų šiltumą ar šaltumą dažniausiai patiriame savo pojūčiais. Tačiau ar visada galime jais pasikliauti?

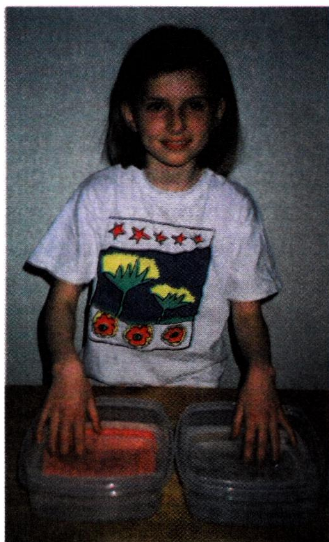
Bandymas. Iš pradžių dešinę ranką panardinkime į karštą vandenį, kairę — į šaltą (4.14 pav., *a*), paskui abi rankas — į drungną vandenį (4.14 pav., *b*). Kairei rankai dabar jis bus šiltas, dešinei — šaltas.

1 pavyzdys. Maudantis šaltą vasaros dieną ežere, upėje ar jūroje, vanduo atrodo šiltesnis negu karštą dieną.

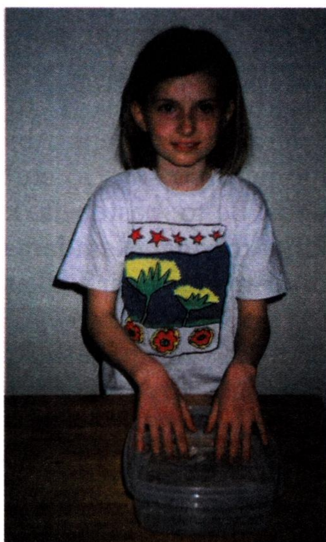
2 pavyzdys. Jeigu paliestume ranka tame pačiame kambaryje laikomus du daiktus — medinį ir geležinį, tai medinis atrodytų šiltesnis už geležinį.

3 pavyzdys. Rūsyje vasarą mums vėsu, o žiemą — šilta, nors temperatūra jame visada beveik pastovi.

4.14 pav.



a



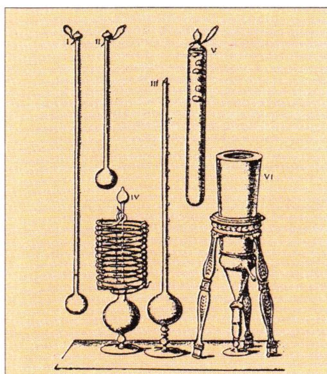
b

Bandymas ir pavyzdžiai rodo, kad žmogus negali objektyviai įvertinti šiluminės kūnų būsenos, apibūdinamos fizikiniu dydžiu — **temperatūrà** (lot. *temperatura* — normalioji būsena). Todėl buvo sukurti prietaisai temperatūrai matuoti.

Tai įdomu!

• *Šiandien termometrą laikome paprastu prietaisu, tačiau prireikė daugelio metų, kol buvo sugalvotos patikimos jo konstrukcijos ir patogios skalės. 4.15 paveiksle matyti, kaip atrodė XVII amžiuje Florencijos (Italija) meistrų sukonstruoti termometrai.*

• *Pirmąjį termometrą, tiesa, be skalės (termoskopą) 1597 m. sukonstravo italų fizikas ir astronomas Galilėjas Galilėjus.*



4.15 pav.

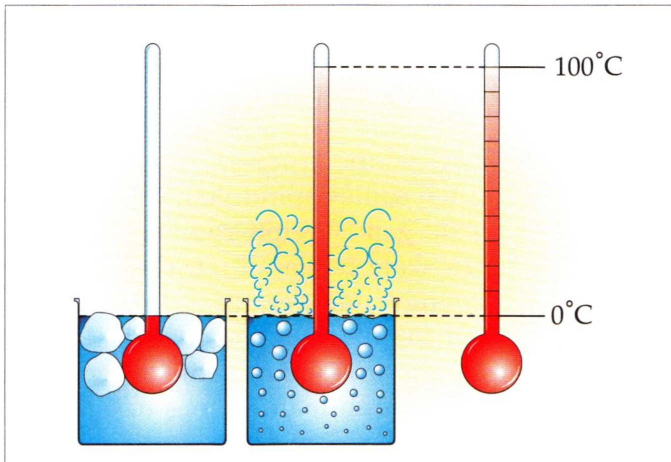
Termometrai

Kaip žinote, temperatūra matuojama **termomètrais** (gr. *thermos* — šiltas, karštas + *metron* — matas). Jų veikimas pagrįstas kaitinamų kūnų tūrio kitimu. Labiausiai paplitę yra **skỹsčio termomètrai**. Tai plonas stiklinis vamzdelis su rezervuaru apačioje. Jame ir dalyje vamzdelio yra termometrinio skysčio (gyvsidabrio, alkoholio ir kt.). Tokio termometro skalėje gerai matyti, kaip vamzdelyje plečiasi arba traukiasi skystis. Kylant temperatūrai, skysčio stulpelis ilgėja, krintant — trumpėja.

Parenkant termometrinius skysčius, atsižvelgiama į tai, kokioms temperatūroms matuoti skiriamas termometras. Mat labai svarbu, kad žemos temperatūros sąlygomis tas skystis neužšaltų. Pavyzdžiui, gyvsidabrio termometrais matuojama temperatūra nuo –30 °C iki 300 °C, alkoholio termometrais — nuo –70 °C iki 70 °C, o pentano termometrais — nuo –200 °C iki 800 °C.

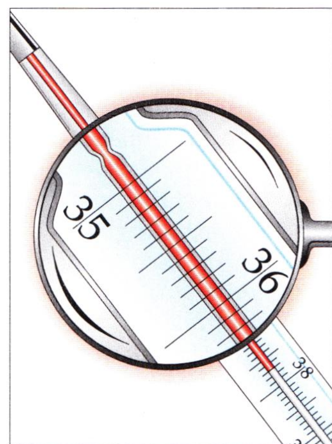
Konstruojant termometrus, iškilo problema — ką laikyti temperatūros atskaitos pradžia. Pasirinkta tirpstančio ledo temperatūra. Iš pradžių termometras buvo įdėtas į tirpstantį ledą, paskui — į verdantį vandenį. Abiem atvejais pažymėta termometrinio skysčio stulpelio viršutinės dalies padėtis. Be to, pastebėta, kad kaitinamo skysčio tūris kinta tolygiai. Remdamasis šiuo dėsningumu, švedų astronomas ir fizikas Andersas Celsijus (*A. Celsius*, 1701—1744) tarpą tarp ledo tirpimo ir vandens virimo taškų padalijo į 100 lygių dalių. Taigi ledo tirpimo temperatūra yra 0 °C, o vandens virimo — 100 °C (4.16 pav.).

Žemesnė už 0 °C temperatūra laikoma neigiama ir žymima „–“ (minuso) ženklu, o aukštesnė už 0 °C — teigiama, tačiau „+“ (pliuso) ženklas paprastai nerašomas.



4.16 pav.

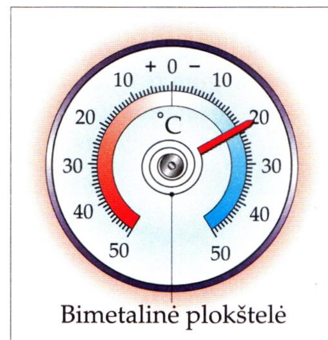
Žmogaus kūno temperatūra matuojama **medicìniniu termometrù** (4.17 pav.). Nuo kitų jis iš esmės skiriasi tuo, kad matavimo rezultatus galima matyti ir praėjus ilgesniam laikui. Mat gyvsidabrio vamzdelis prie rezervuaro baigiasi susiaurėjimu, pro kurį negali laisvai sugrįžti į pradinę padėtį matavimo metu pakilęs gyvsidabris. Dėl to, prieš matuojant temperatūrą, termometrą reikia nukrėsti, kad gyvsidabris sutekėtų į rezervuarą.



4.17 pav.

Kartais naudojamas **bimetal̀inis termomètras**. Jį padaryti nesunku. Reikia ilgą (kad rodyklė daugiau nukryptų) bimetalinę plokštelę susukti spirale, prie jos galo pritvirtinti rodyklę, o ties rodykle dar įtaisyti skalę (4.18 pav.). Šildama spiralė plečiasi, vėsdama — traukiasi. Rodyklė skalėje rodo matuojamą temperatūrą. Skalė sugraduojama, šio termometro rodmenis lyginant su skysčio termometro rodmenimis.

4.18 pav.



Temperatūros matavimas

Matuojant kūno temperatūrą, svarbu laikytis toliau išvardytų taisyklių.

• Termometro rezervuaras turi liesti kūną, kurio temperatūra matuojama.

• Termometro rodmuo fiksuojamas tada, kai skysčio stulpelis nustoja kilti arba kristi.

Tai įdomu

• *Skysčio termometrą 1709 m. išrado Dancigo (Olandija) stiklapūtys* Gabrielis Danielis Farenheitas (G. D. Fahrenheit, *1686—1736). 1715 m. jis sukonstravo pirmąjį gyvsidabrio termometrą ir 1724 m. sudarė temperatūros skalę, vėliau pavadintą Farenheito skale. Jos nuliu Farenheitas pasirinko 1709 m. labai šaltos žiemos žemiausią temperatūrą, manydamas, kad tokią gali palaikyti ledo, vandens ir druskos mišinys. Kadangi tokių šalčių, senų žmonių teigimu, niekada nėra buvę, Farenheitas galvojo, kad skalėje neprireiks žymėti neigiamų temperatūrų. Ledo tirpimo temperatūra atitiko 32 °F, vandens virimo — +212 °F. Farenheito temperatūros skalė naudojama Didžiojoje Britanijoje ir JAV.*

• *A. Celsijus vandens užšalimo tašką pažymėjo 100 °C, o vandens virimo tašką — 0 °C. Po keleto metų švedų gamtininkas* Karlis Linėjus (K. Linnaeus, *1707—1778) šiuos skaičius sukeitė vietomis: vandens užšalimo tašką prilygino 0 °C, o vandens virimo tašką — 100 °C. Toks žymėjimas išliko iki šiol.*

• Fiksuojant rodmenį, negalima atitraukti termometro nuo matuojamo kūno. Šios taisyklės nesilaikoma matuojant temperatūrą medicininiu termometru.

• Kai matuojama temperatūra, termometro neturi veikti tiesioginiai saulės spinduliai, šilto ar šalto oro srautai, nes jie gali iškreipti rodmenis.

• Į termometro skalę reikia žiūrėti statmenai.

• Negalima matuoti temperatūros termometru, nepritaikytu šiai temperatūrai matuoti. Pavyzdžiui, gyvsidabrio termometras netinka žemesnei nei –38,8 °C temperatūrai matuoti, nes užšąla gyvsidabris.

Užduotys ??

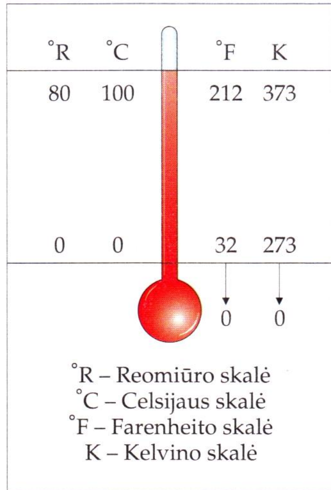
1. Kodėl mokyklose nenaudojami gyvsidabrio termometrai?

2. Ant labai tikslių ilgio matavimo prietaisų paprastai nurodoma temperatūra (dažniausiai 20 °C). Kodėl?

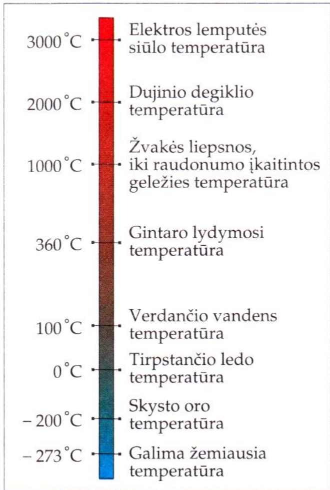
3. Kodėl termometro viso vamzdelio, kuriuo kyla skystis, skersmuo turi būti vienodas?

4. Ką reikia padaryti gaminant termometrą, kad tarpai tarp gretimų skalės padalų būtų didesni?

4.19 pav.



4.20 pav.



5. Kodėl kartais sunku matuoti kietųjų kūnų temperatūrą?

6. Kuo skiriasi šie pasakymai:

a) pakaitinkite vandenį nuo 20 °C iki 80 °C;

b) 20 °C temperatūros vandenį pakaitinkite 80 °C?

7. Kodėl lauko termometrą reikia kabinti šešėlyje?

8. Kodėl medicininio termometro skalė sugraduota nuo 35 °C iki 42 °C?

9. Termometras rodė tokią temperatūrą:

0 h — –2 °C,

6 h — –4 °C,

12 h — 0 °C,

18 h — –2 °C,

24 h — –5 °C.

Nubraižykite temperatūros kitimo per parą diagramą.

10. Kambario temperatūra lygi 20 °C. Kiek laipsnių rodytų šiame kambaryje Farenheito termometras (žr. 4.19 pav.)?

Tai įdomu

- *Be Celsijaus ir Farenheito skalių, dar yra žinomos Kelvino bei Reomiūro skalės (4.19 pav.). Reomiūro skalė praktiškai beveik nevartojama, o Kelvino skalė vis dažniau konkuruoja su Celsijaus skale (prisiminkite, jog pagrindinis SI temperatūros vienetas yra kelvinas).*

4.20 paveiksle nurodyta kai kurių kūnų temperatūra Celsijaus laipsniais.

- *Aukščiausia temperatūra Lietuvoje užregistruota Varėnoje (36,8 °C), žemiausia — Utenoje (–43 °C).*
- *Aukščiausia oro temperatūra, išmatuota Žemėje, lygi 59 °C, žemiausia lygi –88,3 °C.*
- *Mėnulyje dienos temperatūra siekia 150 °C, nakties ji yra –150 °C.*
- *Sveiko žmogaus kūno temperatūra — iki 37 °C.*
- *Žmogus gali pakelti iki 45 °C temperatūrą.*

4.4. Vandens šiluminio plėtimosi ypatumai

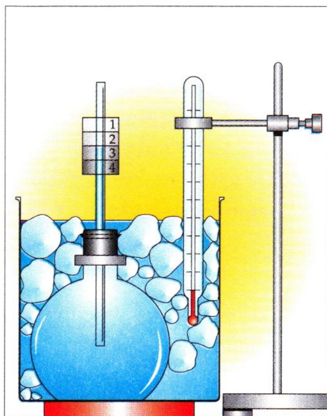
Jau susipažinome su šiluminiu kietųjų kūnų, skysčių ir dujų plėtimusi. Ar galime padaryti išvadą, kad šildomi kūnai visada plečiasi? Pasirodo, ne. Yra medžiagų, kurios šildomos traukiasi.

Bandymas. Pripilkime į kolbą dažyto vandens ir užkimškime ją kamščiu, kuriame įtvirtintas plonas stiklinis vamzdelis su paslankia popierine skale. Kolbą įstatykime į vandens ir ledo mišinį ir palaukime, kol jo temperatūra nusistovės ir bus lygi maždaug 0 °C (4.21 pav.). Tuomet skalėje pažymėkime vandens stulpelio lygį ir stebėkime jo kitimą. Iš pradžių skysčio stulpelis leidžiasi žemyn, o temperatūrai pasiekus 4 °C, pradeda kilti. Vadinasi, temperatūrai kylant nuo 0 °C iki 4 °C, vanduo traukiasi (jo tūris mažėja) ir tik paskui ima plėstis (4.22 pav.).

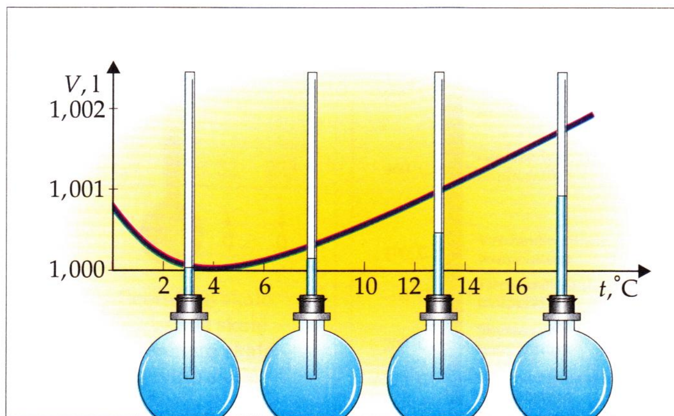
Atitinkamai kinta ir šildomo vandens tankis: nuo 0 °C iki 4 °C jis didėja, vėliau — mažėja.

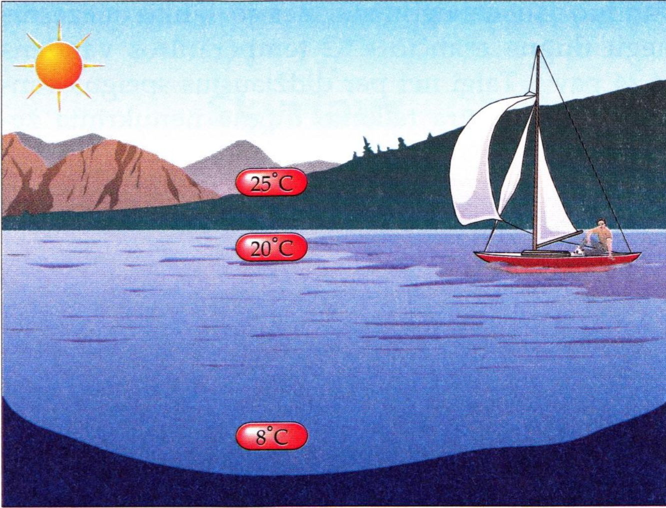
Toks vandens tankio (arba tūrio) kitimas vadinamas vandens šiluminio plėtimosi anomãlija (gr. *anomalia* — nukrypimas nuo normos). Ši vandens ypatybė labai svarbi vandens augalams ir gyvūnams — gelbsti juos nuo žūties.

4.21 pav.

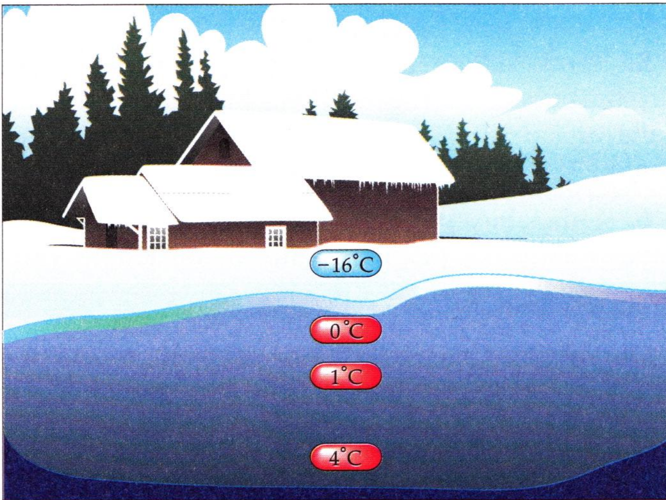


4.22 pav.





4.23 pav.



4.24 pav.

Vasarą vandens telkinio paviršius įšyla labiau, vanduo išsiplečia, sumažėja jo tankis. Šiltas vanduo negrimzta, nes gilesnių ir šaltesnių sluoksnių tankis didesnis (4.23 pav.).

Rudenį viršutinių telkinio sluoksnių vanduo vėsta (jo tūris mažėja, tankis didėja) ir grimzta į dugną tol, kol ten susidaro didžiausio tankio 4 °C temperatūros vanduo. Kai ežeras ar upė užšąla, palei ledą vandens temperatūra būna apie 0 °C. Toks

vanduo jau nebegrimzta, nes jo tankis mažesnis negu dugne esančio 4 °C temperatūros vandens (4.24 pav.). Taigi net per didžiausius speigus vandens temperatūra telkinio dugne nenukrinta žemiau 4 °C.

Užduotys

1. Kaip kinta kaitinamų kietųjų kūnų tankis?

2. Kaip kinta daugumos kaitinamų skysčių tankis?

3. Kaip keičiasi nuo 20 °C iki 50 °C kaitinamo vandens tankis?

4. Kodėl termometruose, skirtuose žemesnei negu 4 °C temperatūrai matuoti, negalima naudoti vandens kaip termometrinio skysčio?

5. Gerai užkimštame butelyje vandens yra oro burbulas. Kada šis burbulas bus didesnis — kai šalta ar kai šilta? Laikykite, kad butelio tūris nekinta.

6. Kada kibiro su vandeniu masė yra didesnė: kai kibiras sklidinai pripiltas šalto ar kai karšto vandens?

Skyriaus „Šiluminis kūnų plėtimasis" santrauka

Temperatūra [*t*] = 1 °C	Temperatūra — fizikinis dydis, apibūdinantis šiluminę kūnų būseną. Temperatūra matuojama įvairiais termometrais: • skysčio termometrais, • bimetaliniais termometrais ir t. t.

Šiluminio kietųjų kūnų, skysčių ir dujų plėtimosi palyginimas

	Kietieji kūnai	Skysčiai	Dujos
Šildomi(-os)	plečiasi	plečiasi; išimtis — vanduo nuo 0 °C iki 4 °C	plečiasi
Šaldomi(-os)	traukiasi; išimtis — medis, guma, dirbtinės medžiagos	traukiasi; išimtis — vanduo nuo 4 °C iki 0 °C	traukiasi
Šildomo arba šaldomo kūno tūrio pokytis priklauso nuo	temperatūros pokyčio, kietojo kūno pradinio dydžio (tūrio), medžiagos, iš kurios padarytas kūnas	temperatūros pokyčio, pradinio skysčio tūrio, skysčio rūšies	temperatūros pokyčio, pradinio dujų tūrio



5 Šviesos reiškiniai

Šiame skyriuje susipažinsite su:

- šviesos šaltiniais;
- šviesos spindulio sąvoka;
- šešėliais;
- šviesos atspindžio reiškiniu:
  - šviesos atspindžio dėsniu,
  - įvairių rūšių veidrodžiais (plokščiuoju, įgaubtuoju, iškiluoju);
- šviesos lūžimo reiškiniu;
- baltos šviesos sudėtimi.

5.1. Šviesa ir jos šaltiniai

Žmogaus charakteris ir geografinė aplinka

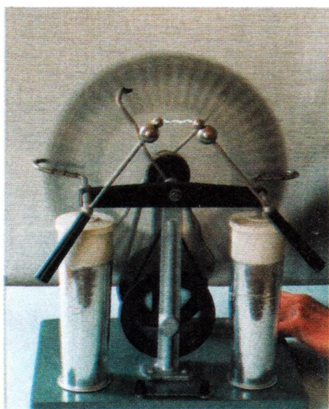
Šviesos reiškiniai mus lydi kasdien, su jais susiduriame kiekviename savo žingsnyje, todėl šie reiškiniai yra nepaprastai svarbūs žmogaus gyvenime. Psichologai teigia, kad šviesa daro įtaką netgi žmogaus charakteriui. Daugiau saulės spindulių gaunantys pietiečiai yra linksmesni, labiau atsipalaidavę, tuo tarpu šiauriečiai, saulę regintys rečiau, — santūresni, uždaresni.

O ar susimąstome, kas yra šviesa, kas ją skleidžia, kokia jos prigimtis? Nepakanka vien žaisti saulės zuikučiais ar rytą pabudus stebėti šviesos spindulio kelią pagal kambaryje apšviestas dulkeles. Atėjo metas įdėmiau pažvelgti į mums visiems pažįstamus aplinkos reiškinius.

Šviesos šaltiniai

Visi šviesą skleidžiantys kūnai vadinami **šviesõs šaltìniais**. Juos galima suskirstyti į dvi rūšis: **gamtiniùs** (kartais dar sakoma — natūralius) ir **dirbtiniùs**. Gamtiniai šviesos šaltiniai yra Saulė, žvaigždės, žaibas, įvairūs šviečiantys vabzdžiai ir augalai, dirbtiniai — visokiausios lempos, laužo ar žvakės liepsna ir pan. Mokyklos sąlygomis taip pat galima sukurti šviesos šaltinius, panašius į gamtinius.

5.1 pav.



1 bandymas. Pasinaudokime 5.1 paveiksle pavaizduotu prietaisu — vadinamąja elektroforine mašina. Sukdami jos rankenėlę, po tam tikro laiko tarp rutuliukų pamatysime žaibą primenantį blyksnį. Tai elektros kibirkštis, panaši į tą, kuri šoka tarp audros debesų.

Šviesos šaltiniai plačiai naudojami praktikoje (5.2 pav.): apšvietimui, reklamai, informacijai perduoti (pavyzdžiui, švyturiai rodo jūreiviams kelią,







5.2 pav.

sankryžose įtaisyti šviesoforai ar automobilių posūkių lempos teikia informaciją vairuotojams bei pėstiesiems) ir pan.

Apšviesti kūnai

Vis dėlto matome ne tik šviesą skleidžiančius kūnus — šviesos šaltinius, bet ir daugybę kitų daiktų, kurie nėra šviesos šaltiniai: medžius, debesis, baldus, kambario sienas ir t. t. Jie matomi tik tada, kai yra apšviesti šviesos šaltinių (5.3 pav.), nes iš

5.3 pav.



šaltinio sklindanti šviesa, pasiekusi tų daiktų paviršių, nuo jo atsispindi. Todėl, norėdami ką nors įžvelgti kambaryje tamsią naktį, turime įjungti elektros lemputę, uždegti degtuką ar žvakę, t. y. apšviesti kambarį. Trumpai aplinką gali nušviesti ir plykstelėjęs žaibas. Taigi daiktus matome tik tada, kai aplink šviesu.

Tačiau vien šviesos tam neužtenka — ji dar turi pakliūti į mūsų akis.

2 bandymas. Trumpam užsimerkite. Nors kambaryje pakankamai šviesu, tačiau pasijuntate tarsi esą visiškoje tamsoje. Taip yra dėl to, kad šviesa nepatenka į užmerktas jūsų akis.

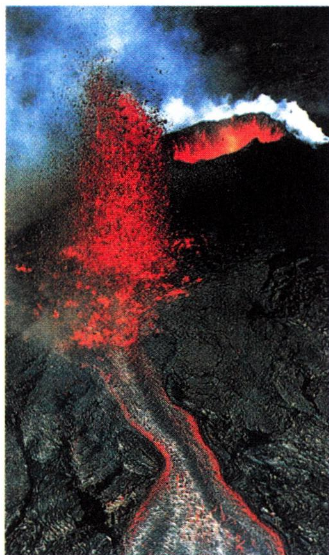
Užduotys

1. Kurie 5.4 paveiksle pavaizduoti kūnai yra gamtiniai šviesos šaltiniai, o kurie — dirbtiniai?

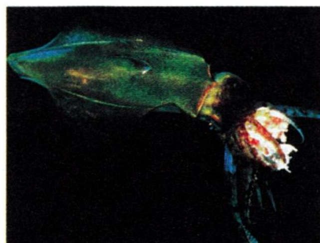
2. Pateikite ir kitų gamtinių bei dirbtinių šviesos šaltinių pavyzdžių.

3. Mėnulis nelaikomas gamtiniu šviesos šaltiniu. Kodėl?

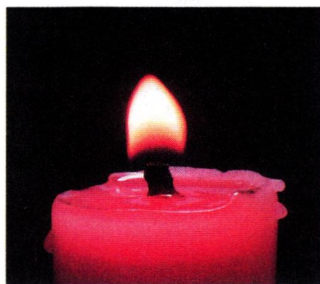
5.4 pav.











5.2. Tiesiaeigis šviesos sklidimas

Kaip šaltiniai skleidžia šviesą

Beveik visi vaikai mėgsta piešti Saulę ir nuo jos į visas puses nutįsusius spindulius (5.5 pav.). Jauniems piešėjams dar nerūpi, kas tie spinduliai ir kaip jie atsiranda. O jums?

Apie šviesos prigimtį kalbėsime aukštesnėse klasėse. Tuo tarpu dabar pamėginsime išsiaiškinti, ar teisūs piešinių autoriai, šviesą vaizduojantys sklindančią iš šaltinio į visas puses spinduliais.

1 bandymas. Pritemdytame kambaryje uždekime elektros lemputę. Kambarys netrukus nušvis ir lemputės skleidžiama šviesa pasieks visus jame esančius daiktus — šie bus matomi geriau.

Peršasi išvada, kad **šviesos šaltiniai skleidžia šviesą visomis kryptimis**.

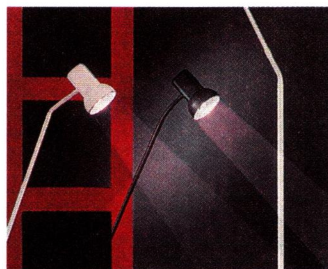
Tačiau tai teisinga ne visuomet. Tam tikromis sąlygomis šviesa gali sklisti ir viena, norima, kryptimi.

2 bandymas. Įjunkime kišeninio žibintuvėlio arba stalinės lempos jungiklį. Dėl atitinkamos sandaros šios lempos skleidžia šviesą siauru pluoštu viena kryptimi (5.6 pav.).

Panašiai šviesa sklinda ir iš naktį važiuojančio automobilio žibintų (5.7 pav.).

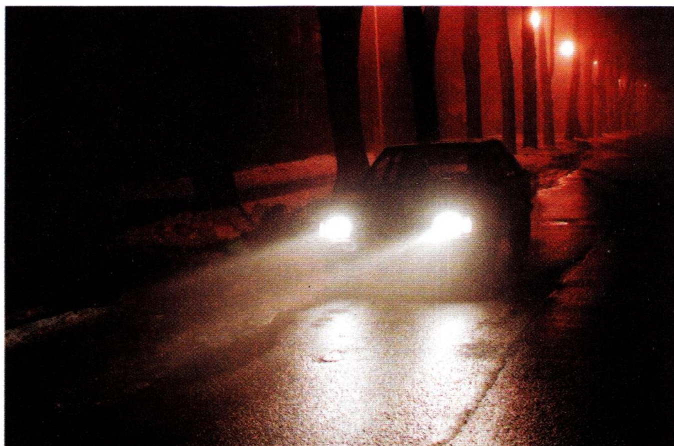


5.5 pav.



5.6 pav.

5.7 pav.



Šviesos spindulys



5.8 pav.

Susiaurinę šviesos pluoštą, dažnai sakome, kad matome **šviesõs spiñdulį** (5.8 pav.). Deja, pačios sklindančios šviesos matyti neįmanoma. Iš tikrųjų regime jos apšviestus daiktus: dulkeles, dūmus, vandens lašelius (rūką) ir pan. Šviesos spinduliu fizikoje įprasta vadinti tik tiesią liniją, kuria sklinda šviesa. Vadinasi, dailininkų paveiksluose vaizduojami spinduliai yra ne kas kita, kaip apšviestos smulkios dulkelės kambaryje, vandens lašeliai ūkanotame miške ir t. t.

1 pavyzdys. Stebint į pritemdytą kambarį pro langinių ar užuolaidų plyšį prasiskverbusią šviesą, aiškiai matyti apšviestų dulkelių pluoštas, kurį buityje vadiname šviesos spinduliu.

2 pavyzdys. Saulės šviesai prasibrovus pro tankią medžių lapiją, miške susidaro šviesūs ruožai (5.9 pav.) — apšviesti smulkūs vandens lašeliai.

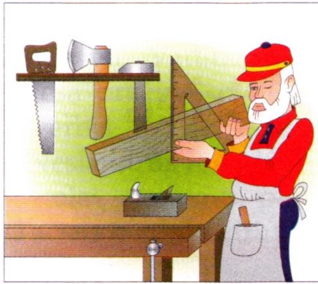
Remdamiesi 1 ir 2 pavyzdžiu, galime teigti, kad vaikų piešiniai neiškraipo saulės šviesos sklidimo į visas puses tiesiomis linijomis esmės. Ir fizikai šviesos spindulius brėžiniuose vaizduoja tiesiomis linijomis.

Padarysime bendrą išvadą:

šviesa iš šaltinio sklinda į visas puses tiesiomis linijomis.

5.9 pav.





5.10 pav.



5.11 pav.

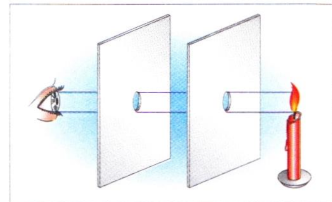
Tiesiaeigio šviesos sklidimo taikymas

Šviesos savybė sklisti tiesiai plačiai taikoma praktikoje. Stalius, primerkęs vieną akį, žiūri, ar tiesi lentos briauna (5.10 pav.). Tokiu pat būdu galima patikrinti ir liniuotės kraštą. Matininkas iš akies arba specialiais prietaisais nustato žemės sklypų riboženklių vietą (5.11 pav.).

Užduotys

1. Ar galima matyti saulės spindulį? Atsakymą pagrįskite.

2. Tarp savo akies ir žvakės pastatykite du kartono (arba storo popieriaus) lapus, kuriuose iškirpta po nedidelę skylutę. Ar tikrai pro skylutes žvakės liepsną matysite tik tada, kai kartono lapų skylutės, žvakės liepsna ir jūsų akis atsidurs vienoje tiesėje (5.12 pav.)? Patikrinkite. Paaiškinkite kodėl.



5.12 pav.

5.3. Skaidrieji ir neskaidrieji kūnai



5.13 pav.

Skaidrieji kūnai

Jau žinome, kad iš šaltinio šviesa sklinda visomis kryptimis tiesiai. Kas atsitiks, jeigu savo kelyje ji susidurs su kokiu nors kūnu? Šviesa gali nuo jo atsispindėti (apie tai jau užsiminėme, bet plačiau dar kalbėsime 5.5 skyrelyje), pro jį praeiti arba būti daugiau ar mažiau jo sugeriama.

Kūnai, kurie praleidžia šviesą, vadinami **skaidriaĩsiais**, arba **pérmatomais**. Patys jie nematomi, tačiau pro juos aiškiai matyti kiti kūnai, jų spalvos. Pavyzdžiui, pro lango stiklą puikiai matome, kas yra lauke. Taigi sakome, kad lango stiklas yra skaidrus. Paties stiklo, jeigu jis švarus, nematome, todėl galime nepastebėti kai kuriuose pastatuose įtaisytų stiklinių pertvarų ar durų ir trinktelėti į jas galva. Kad taip neatsitiktų, prie stiklinių durų paprastai priklijuojami atitinkami ženklai arba užrašai (5.13 pav.).

Prie skaidrių kūnų taip pat priskiriamas tyras vanduo, ledas. Užvis skaidriausias yra oras. Jis nematomas, todėl atrodo tarsi jo ir nėra.

Tačiau ir permatomi kūnai gali nepraleisti šviesos. Pavyzdžiui, plonas vandens sluoksnis skaidrus šviesai, o storas — ne: jūroje jau 350 m gylyje yra visiškai tamsu. Didelėse jūros gelmėse tvyro amžina tamsa. Absoliučiai skaidrių kūnų nėra.

Tai įdomu

Prieš keturis šimtus metų Lietuvoje, kol dar nebuvo stiklų, ne tik miestiečiai, bet ir kai kurie bajorai langus dengdavo jaučio pūsle, audeklu ar riebaluotu popieriumi. Pro tokius langus šviesa vos vos prasiskverbdavo.

Neskaidrieji kūnai

Visi matomi kūnai yra **neskaĩdrūs**, nes jie ne praleidžia, o atspindi krintančią į juos šviesą, nors dalį jos ir sugeria.

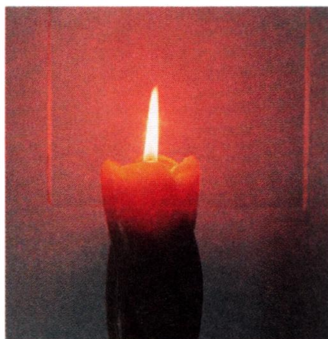
Bandymas. Į žvakės liepsną pamėginkime žiūrėti pro paprasto stiklo, organinio stiklo ir kartono plokšteles (5.14 pav.). Pastebėsime, kad pro paprastą stiklą (*a*) žvakės liepsna matoma gerai, pro orga-

ninį (*b*) — blogiau, o pro kartoną (*c*) jos visiškai nematyti. Vadinasi, pro paprastą skaidrų stiklą šviesa praeina, o pro neskaidrų kartoną neprasiskverbia.

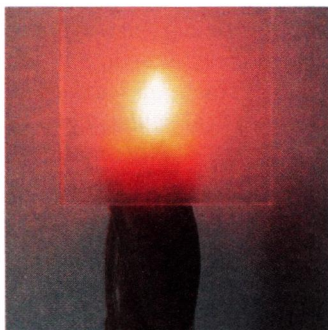
Neskaidrūs kūnai dar yra popierius, oda, medis, metalai, akmenys, plytos, daugelis audinių ir t. t. (Tačiau ir neskaidrių medžiagų labai ploni sluoksniai šviesą gali praleisti: pavyzdžiui, 0,002 mm storio aukso lapelis praleidžia žalsvą šviesą.)

Skaidri medžiaga susmulkinta pasidaro neskaidri. Antai plonas ledo sluoksnis yra skaidrus, o sutrupintas virsta nepermatomu sniegu. Taip atsitinka dėl to, kad ne visi spinduliai praeina pro skaidrius ledo kristalėlius. Dalį šviesos tie kristalėliai atspindi. Susmulkinus ledą, labai padidėja jo paviršius, nuo kurio atsispindi daugiau šviesos.

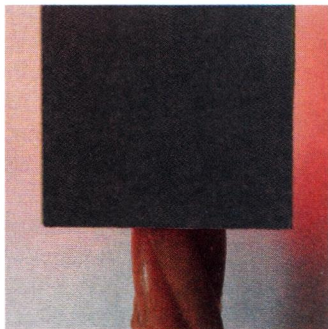
Dėl tos pačios priežasties šviesos spinduliams nepavyksta prasiskverbti ir pro tirštą rūką. Kiekvienas vandens lašelis dalį šviesos atspindi — išsklaido visomis kryptimis. Šis reiškinys labai gerai matomas rūškaną rudens dieną važiuojant automobiliu su įjungtais žibintais.



a



b



c

5.14 pav.

Užduotys

1. Ant balto popieriaus lapo užlašinkite aliejaus. Į šviesos šaltinį (saulę, elektros lemputę) pažiūrėkite pro riebaluotą lapo dalį ir pro sausą. Palyginkite švaraus ir riebaluoto popieriaus pralaidumą šviesai.

2. Kurie aplink jus esantys daiktai yra skaidrūs?

3. Kodėl žmogus iš tikrųjų negali tapti nematomu, kaip aprašyta H. Velso fantastinėje knygoje „Nematomas žmogus"?

5.4. Šešėlis. Laiko nustatymas pagal šešėlį

Tai įdomu !

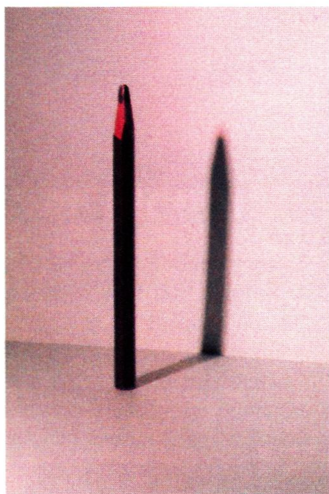
• *Šešėliai įdomūs ne tik kaip pasakų personažai ar nuolat iš paskos sekiojantys objektai. Jie dar turi ir praktinę reikšmę. Seniau, kol dar nebuvo išrasti laikrodžiai, žmonės pagal saulės metamus daiktų šešėlius matuodavo laiką. Jie rėmėsi tų šešėlių krypties ir ilgio kitimu nuo ryto iki vakaro (žr. 2.29 pav.). Dabar saulės laikrodžiai praktiškai nenaudojami, tačiau jie reikšmingi istoriniu požiūriu.*

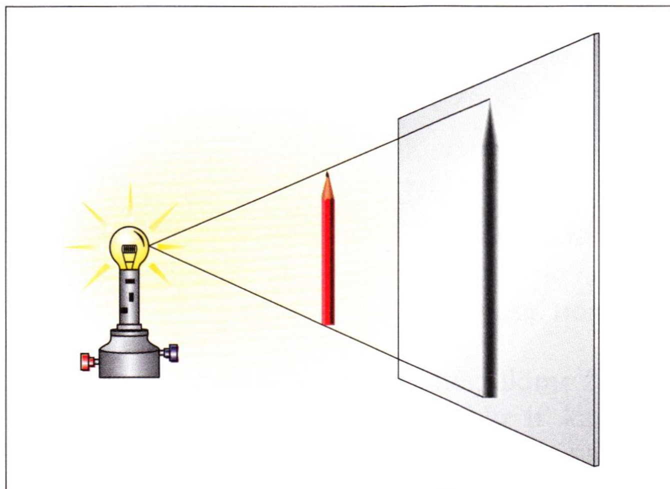
Saulėtą dieną šešėliai gatvėje lydi žmones, medžius, gyvūnus, jie yra neatskiriama aplinkos kūnų dalis. Šešėliai atsiranda ir kambaryje, uždegus elektros lemputę. Taigi kur yra šviesa, ten susidaro ir šešėliai. Ne veltui jie minimi daugelyje pasakų, eilėraščių, apie juos sukurta nemažai priežodžių, mįslių, kaip antai: „Kame yra šviesos, ten ir šešėlių esti“, „Saulė pagimdė, naktis palaidojo“, „Saulei tekant gimsta, leidžiantis — miršta“.

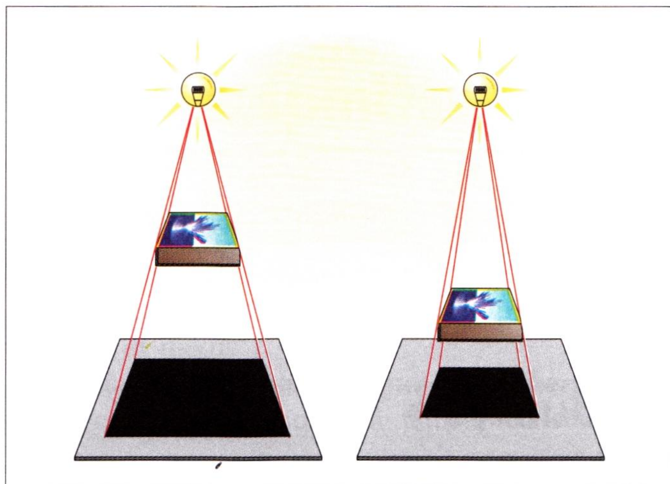
Betgi kas yra **šešėlis**? Kodėl ir kaip jis susidaro? Gauti šešėlį visiškai nesunku.

1 bandymas. Ant stalo stačiai padėkime pieštuką ir apšvieskime jį iš kairiojo šono žvakės liepsna arba kišeninio žibintuvėlio šviesa. Pieštuko dešinėje pastatykime vertikalų ekraną arba švaraus popieriaus lapą. Jame išvysime pieštuko šešėlį (5.15 pav.). Stumdydami šviesos šaltinį lygiagrečiai su ekranu, matysime, kad šešėlis taip pat juda ekranu. Vietoj pieštuko padėjus skaidrų kūną, šešėlio ekrane gauti nepavyks.

5.15 pav.







5.16 pav.

Šešėlio esmę fizikoje galima nusakyti keleriopai:

• už apšviesto neskaidraus kūno yra neapšviesta erdvė — šešėlis;

• šešėlis susidaro už apšviesto neskaidraus kūno.

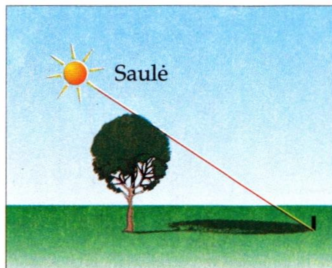
Šiuos teiginius patvirtino ir pirmasis mūsų bandymas.

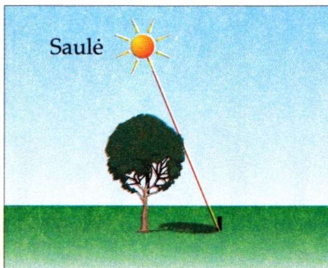
Tikriausiai pastebėjote, kad to paties daikto šešėlis gali būti įvairaus dydžio.

2 bandymas. Tarp degančios žvakės arba šviečiančios elektros lemputės ir ekrano laikykime degtukų dėžutę. Ekrane susidarys jos šešėlis. Dabar dėžutę pamažu artinkime prie žvakės, paskui tolinkime nuo jos. Šešėlio dydis ekrane keisis (5.16 pav.). Vadinasi, šešėlio matmenys priklauso nuo dėžutės padėties žvakės ir ekrano atžvilgiu.

Jie taip pat priklauso nuo saulės aukščio virš horizonto. Kuo aukščiau pakyla saulė, tuo trumpesnis daikto šešėlis (5.17 pav.).

5.17 pav.





Tai įdomu!

• *Laiką galite matuoti ir pagal savo šešėlį, tiktai pirmiausia turite jį iš anksto sugraduoti, t. y. suskirstyti jo ilgį tam tikrais vienetais, pavyzdžiui, pėdomis. Galite daryti taip. Įsidėmėję, kiek valandų rodo laikrodis, ant žemės padėkite akmenuką ar pagaliuką, paskui atsistokite taip, kad ties tuo akmenuku atsidurtų jūsų viršugalvio šešėlio riba. Tada, dėdami pėdą prie pėdos, žingsniuokite iki pasirinktojo orientyro ir skaičiuokite pėdas. Taip sužinosite savo šešėlio ilgį pėdomis. Tuo pačiu būdu sugradavę savąjį šešėlį ir kitomis valandomis, jau galėsite pagal jo ilgį nustatyti laiką.*

Tačiau toks laikrodis bus tinkamas naudoti tik keliolika dienų. Vėliau jį teks graduoti iš naujo, nes dėl saulės padėties kitimo šešėlio ilgis tuo pačiu paros metu bus nevienodas. Jis ypač skirsis įvairiais metų laikais.

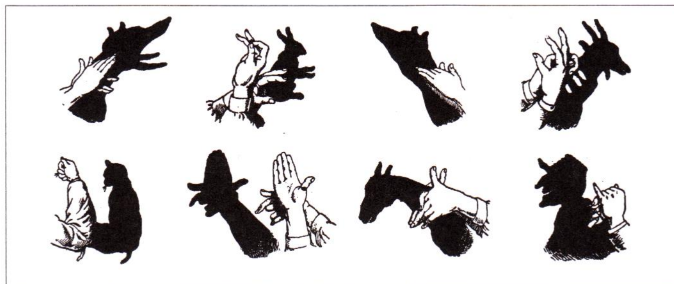
• *Šešėliai gali būti naudojami ir pramogai. Nuo seno žinomi šešėlių teatrai. Atsiradę Indonezijoje, jie paplito Indijoje, Kinijoje bei kitose Rytų šalyse ir net išliko iki šių dienų.*

Tai įdomu !!

• *Kaip veikia šešėlių teatras? Žiūrovai atsisėda prieš peršviečiamą ekraną, o už jo pastatomas ar pakabinamas šviesos šaltinis. Aktoriai įsitaiso tarp šaltinio ir ekrano. Pirštais arba ant siūlų bei vielučių pakabintais kartono, odos ar kitokios medžiagos gabalėliais artistai sukuria šešėlius, vaizduojančius žvėrių ir žmonių gyvenimą (5.19 pav.). Tokį vaidinimą dažnai lydi orkestro ar kita muzika.*

• *Daugiau kaip prieš porą šimtmečių Europoje buvo paplitę šešėliniai portretai. Jiems nupiešti talento nereikėjo. Žmogus atsistodavo arba atsisėsdavo tarp degančios žvakės ir vertikaliai laikomo popieriaus lapo, ant kurio krisdavo piešiamojo šešėlis (5.20 pav.). Dailininkui telikdavo apvedžioti šešėlio kraštus, portretą nudažyti juodu tušu, iškirpti ir užklijuoti ant balto popieriaus lapo.*

Tokie portretai buvo pavadinti siluetais. Mat Prancūzijos karaliaus Liudviko XV finansų ministras E t j e n a s d e S i l u e t a s (Etiene Silhouette) *1759 metais ragino visus taupyti, nešvaistyti pinigų pokyliams ir brangiems portretams. Šešėlinis portretas buvo gana pigus, todėl žmonės jį pavadino šykštaus ministro vardu.*



5.18 pav.

Užduotys ??

1. Kodėl žmogaus, artėjančio prie gatvės žibinto, šešėlis trumpėja, o tolstančio — ilgėja?

5. Kodėl per televiziją stebėdami stadione vykstančias futbolo rungtynes, kartais matome keletą vieno žaidėjo šešėlių?

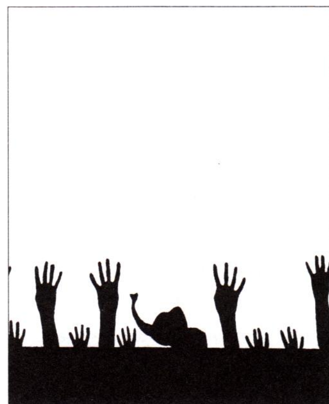
3. Savo rankų pirštais pamėginkite sukurti žvėrelių, paukščių arba žmonių šešėlius (žr. 5.18 pav.).

4. Nupieškite savo draugo siluetą.

5. Kodėl, apšvietus žmogų iš apačios ar pakreipus popieriaus lapą, vietoj silueto kartais gaunama karikatūra?

6. Kodėl stalinę lempą visada reikia statyti iš kairės sėdinčiojo prie stalo pusės?

5.19 pav.



5.20 pav.



5.5. Šviesos atspindys

Šviesa atsispindi

Laiko tarpą nuo vakaro iki ryto vadiname naktimi. Kodėl ją kartais apibūdiname taip: „tamsi naktis“, „gūdi naktis“?

Tamsią lapkričio naktį, neįjungę kambaryje elektros lemputės, pabandykime įžiūrėti čia stovinčius baldus. Greičiausiai nepavyks. O ar pasiseks tokią naktį tamsiame kambaryje sugauti juodą katiną? Taip pat ne. Juk ne veltui sakoma: neranda, kaip juodos katės tamsiame kambaryje.

Kodėl tuos pačius daiktus dieną matome kuo puikiausiai, o naktį — ne? Į šį klausimą jau mėginome atsakyti kalbėdami apie skaidrius ir neskaidrius kūnus. Tuomet užsiminėme, kad šviesa nuo neskaidrių kūnų gali atsispindėti.

Jau žinome, kad šviesą skleidžia gamtiniai ir dirbtiniai šaltiniai: Saulė, degantis laužas, žvakė. Pasiekę mūsų akis, iš šaltinio sklindantys spinduliai sukelia jose šviesos pojūtį. Toks pat pojūtis mus apima ir žiūrint į tokius daiktus, kurie patys nešviečia. Tik šiuo atveju, kaip žinome, mūsų akis pasiekia tų daiktų atspindėta šviesa.

5.21 pav.

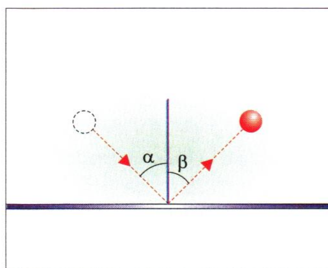


Tai įdomu !

- *Saulės zuikutis (5.21 pav.) — tai veidrodžio atspindėti saulės spinduliai. Nuo veidrodžio jie atšoka panašiai kaip teniso kamuoliukas nuo stalo paviršiaus.*

Atsispindėjęs nuo veidrodžio spindulys gali būti matomas net už kelių kilometrų, todėl anksčiau tokiu zuikučiu būdavo perduodamos skubios žinios. Siunčiąs žinią žmogus tai atidengdavo, tai uždengdavo veidrodėlį, o priėmėjas, sutartu būdu gavęs signalą, jau žinodavo jo reikšmę.

Paprastai paaiškinti **šviesõs átspindį**, neatsižvelgiant į jos prigimtį, sunku. (Apie šviesą, kaip apie bangas, įgalinančias klausytis radijo, žiūrėti televiziją, sužinosite vėliau.)



5.22 pav.

Šviesos atspindžio dėsnis

Suprasti šviesos atspindžio reiškinį gali šiek tiek padėti toks pavyzdys. Mėtydami akmenukus į upę ar ežerą, tikriausiai pastebėjote, kaip jie sykiais net po keletą kartų atšoka nuo vandens paviršiaus.

1 bandymas. Ant stalo paviršiaus meskime teniso kamuoliuką. Jis atšoks (5.22 pav.). Panašiai nuo neskaidrių kūnų atšoka ir šviesos spindulys. Jeigu jis pakliūna į mūsų akis, matome daiktą, nuo kurio tas spindulys atsispindėjo.

Aprašytas bandymas yra tik šviesos atspindžio modelis.

2 bandymas. Siaurą šviesos pluoštą (spindulį) nukreipkime į mažą plokščią veidrodėlį, įtaisytą prietaise, kuris vadinamas optiniu disku (5.23 pav.). Matome, kad tas pluoštas, pasiekęs veidrodėlį, nuo jo atsispindi.

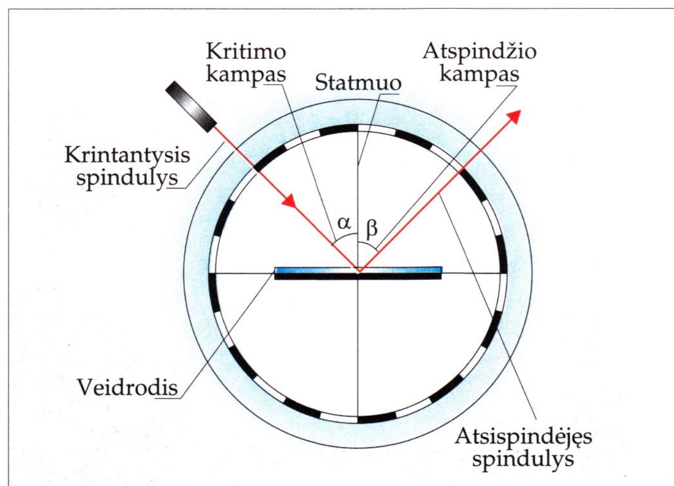
Iš veidrodėlio taško, į kurį krinta šviesos spindulys, iškelkime statmenį to veidrodėlio paviršiui.

• Kampas α tarp krintančiojo spindulio ir statmens veidrodžio paviršiui spindulio kritimo taške vadinamas **kritìmo kampù**.

Tai įdomu !

• Saulės zuikutis ne tik šviečia, bet ir šildo. Legenda pasakoja, kad senovės graikų mokslininkas A r c h i m e d a s (Archimedes) *214 m. pr. Kr. pritaikė šią zuikučio savybę gimtajam miestui — Sirakūzams — nuo romėnų karo laivų ginti. Archimedo nurodymu, ant jūros kranto buvo sustatyta daugybė miestelėnų, kurie rankose laikė veidrodžius. Vienu metu jie nukreipė savo veidrodžių saulės zuikučius į artimiausią romėnų laivą, ir šis veikiai užsiliepsnojo. Kiti romėnai išsigandę paspruko iš miesto.*

5.23 pav.



• Kampas β tarp atsispindėjusio spindulio ir statmens veidrodžio paviršiui spindulio atspindžio taške — **ãtspindžio kampù**.

Išmatavę šiuos kampus pagal skritulio pakraštyje pažymėtas padalas, įsitikiname, kad tie kampai yra lygūs. Keisdami prietaiso šviestuvo padėtį, kaskart palyginame šviesos pluošto kritimo ir atspindžio kampus. Jie visada yra lygūs. Atlikdami bandymą, taip pat matome, kad krintantysis ir atsispindėjęs šviesos spindulys yra disko plokštumoje.

Apibendrindami bandymo rezultatus, galime padaryti tokias išvadas, kurios vadinamos **šviesõs ãtspindžio dėsniu**:

- **krintantysis spindulys, atsispindėjęs spindulys ir statmuo veidrodžio paviršiui spindulio kritimo taške yra vienoje plokštumoje;**
- **spindulio atspindžio kampas lygus to spindulio kritimo kampui.**

Įvairūs kūnai šviesą atspindi nevienodai: balti — geriau, tamsūs — blogiau.

Šviesos spinduliui būdinga **apgręžiamùmo savýbė**: jeigu šviesos spindulys sklistų atvirkščia kryptimi, tai atsispindėjęs spindulys taptų krintančiuoju, o krintantysis — atsispindėjusiu.

Užduotys

1. Kodėl matome daiktus, kurie patys nėra šviesos šaltiniai?

2. Saulės sistemoje tik Saulė skleidžia daug šviesos. Tad kodėl matome Mėnulį ir planetas?

3. Kodėl blizga namo (žr. 5.24 pav.) langai, bet neblizga sienos?

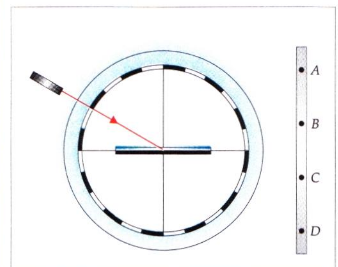
4. Kodėl purvinas sniegas tirpsta greičiau už švarų?

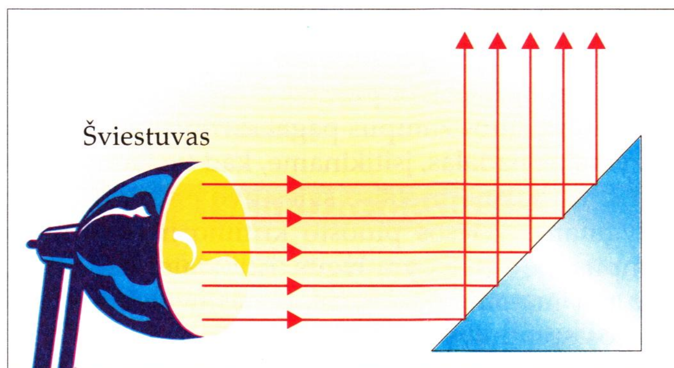
5. 5.25 paveiksle pavaizduota bandymo šviesos atspindžiui tirti schema. Šviesos pluoštelis nukreipiamas į horizontalų veidrodį. Nurodykite, kurį ekrano tašką (*A*, *B*, *C*, o gal *D*) pasieks nuo veidrodžio atsispindėjęs spindulys.

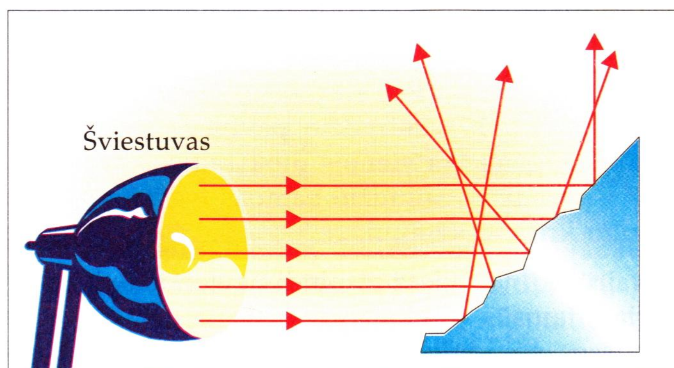


5.24 pav.

5.25 pav.







5.26 pav.

6. Šviesos pluoštas krinta į veidrodinį paviršių 30° kampu ir atsispindi. Kokio didumo yra to pluošto atspindžio kampas?

7. Kokio didumo kampu šviesos spindulys krinta į veidrodį, jeigu yra žinoma, kad atsispindėjęs spindulys su tuo veidrodžiu sudaro 50° kampą?

8. Kampas tarp krintančiojo ir veidrodžio atspindėto spindulių pluošto lygus 120°. Kokio didumo kampu šis pluoštas atsispindi nuo veidrodžio?

9. Nuo lygaus paviršiaus atsispindėjusi šviesa neišsisklaido, o nuo ruplėto — išsisklaido (5.26 pav.). Kodėl?

10. Paprašykite keleto mokinių veidrodėliais nukreipti saulės spindulius į jūsų delną. Netrukus pajusite šilumą. Kaip manote, kodėl?

5.6. Šviesos atspindžiai aplink mus

Plokščiasis veidrodis

Šviesos atspindžio reiškinį žmonės žinojo jau labai seniai. Dar mūsų protėviai žvelgdavo į save šaltinio vandenyje, nors reiškinio esmės nesuvokė.

Atėję prie upelio ar kūdros, vandenyje kaip veidrodyje matome kitapus augančius medžius ar stovinčius statinius. Pasidarykime tokį veidrodį ir mes.

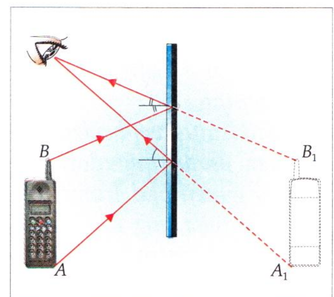
1 bandymas. Į indą įpilkite vandens. Iš šonų pridengę indą delnais, iš viršaus žvilgtelėkite į vandenį. Ką matote? Ogi savo veidą.

Buityje dažniausiai naudojami veidrodžiai, kurių paviršius yra plokščias. Tai vadinamieji **plokštíeji véidrodžiai**. Jie gaminami vieną stiklo lakšto sienelę padengiant šviesą gerai atspindinčios medžiagos (aliuminio, sidabro) sluoksniu. Prieš tokį veidrodį pastatytas daiktas matomas už veidrodžio. Tai, kas matoma už veidrodžio, vadinama daikto **ãtvaizdu**.

2 bandymas. Ant stalo pastatykime statmenai veidrodį, o prieš jį — mobilųjį telefoną ar kurį nors kitą daiktą. Veidrodyje pamatysime telefono atvaizdą (5.27 pav.).

Iš daugybės telefono taškų išsirinkime kuriuos nors du, pavyzdžiui, A ir B, ir panagrinėkime, kaip susidaro jų atvaizdai A_1 bei B_1. Iš taško A sklindantis spindulys tam tikru kampu krinta į veidrodžio paviršių ir atsispindėjęs nuo jo tuo pačiu kampu, pasiekia mūsų akį. Iš telefono taško B sklindantis spindulys krinta į veidrodį jau kitokiu kampu. Atsispindėjęs nuo veidrodžio tokiu pačiu kampu, kokiu krito, jis taip pat pasiekia mūsų akį. Atsispindėjusius nuo veidrodžio spindulius pratęskime už veidrodžio (punktyrinės linijos) iki telefono atvaizdo. Matome, kad jie pasiekia atvaizdą taškuose A_1 ir B_1. Mūsų akiai atrodo, kad šviesos spinduliai sklinda iš taškų A_1 bei B_1, ir ten matome taškus A bei B. Tokiu būdu nubrėžę ir iš kitų telefono taškų

5.27 pav.





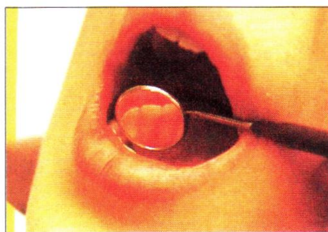
5.28 pav.

sklindančius spindulius, gautume visą telefono atvaizdą.

Iš 5.27 paveikslo matyti, kad taškai A_1 bei B_1 nutolę nuo veidrodžio tokiu pat atstumu, kaip ir taškai A bei B. Pamatuokite.

Daikto atvaizdas plokščiajame veidrodyje yra tokio pat dydžio, kaip ir daiktas. Tai galite patikrinti atsistoję prieš veidrodį. Matysite neiškraipytą savo atvaizdą. Be to, tikriausiai pastebėsite atvaizdui veidrodyje būdingą dar vieną ypatingą savybę: dešinioji ranka veidrodyje atitinka kairiąją (5.28 pav.).

Į plokščiąjį veidrodį krintantys lygiagretūs spinduliai ir atsispindėję lieka lygiagretūs (žr. 5.26 pav.).



5.29 pav.

Plokščiųjų veidrodžių taikymas

Veidrodžiai labai plačiai taikomi buityje ir technikoje, dažniausiai — spindulių krypčiai pakeisti. Veidrodyje matome savo atvaizdą, specialūs veidrodėliai (5.29 pav.) stomatologams padeda apžiūrėti dantis, automobiliuose įtaisyti veidrodžiai (5.30 pav.) leidžia vairuotojams matyti iš paskos važiuojančias mašinas, pasinėrę po vandeniu, pro tam tikrus veidrodžius, vadinamuosius periskopus, žmonės gali matyti virš vandens esančius daiktus.

5.30 pav.



Tai įdomu!

• *Pirmieji buitiniai metaliniai veidrodžiai — liustrai (pranc.* lustre *— žvilgesys) atsirado III tūkstantmetyje pr. Kr. Tai buvo bronzos ar sidabro plokštės, kurių geroji pusė nupoliruota, o blogoji puošta raižytais ar reljefiniais ornamentais.*

• *Stiklinius veidrodžius pirmieji pradėjo naudoti Romos gyventojai I amžiuje.*

• *Manoma, jog Lietuvoje veidrodžiai atsirado XIII amžiuje.*

Tamsiu paros metu užmiesčio keliuose pėstiesiems rekomenduojama nešioti ãtšvaitus — įtaisus, kurie atspindi krintančią į juos šviesą (5.31 pav., *a*). Atšvaitus galima tvirtinti ir prie dviračio ar vežimo.

Atšvaitą sudaro daugybė dvigubų (arba trigubų) veidrodėlių, pastatytų vienas kito atžvilgiu stačiu kampu. Automobilio žibintų skleidžiamas šviesos spindulys iš pradžių krinta į pirmąjį veidrodėlį, paskui, atsispindėjęs nuo jo, patenka ant antrojo veidrodėlio (tada — ant trečiojo, jeigu jis yra). Galiausiai, atsispindėjęs nuo antrojo (arba nuo trečiojo) veidrodėlio, toliau jau sklinda lygiagrečiai su pradiniu spinduliu (5.31 pav., *b*). Taigi automobilio žibintų skleidžiama šviesa grįžta atgal į automobilį. Dėl to jo vairuotojas gali lengviau pastebėti naktį važiuojantį dviratininką, vežimą ar einantį pėsčiąjį.

Įgaubtieji ir iškilieji veidrodžiai

Be plokščiųjų veidrodžių, dar naudojami kreivi veidrodžiai. Tikriausiai ne vienam iš jūsų teko pabuvoti tokių veidrodžių karalystėje ir smagiai pasijuokti žiūrint į iškraipytą savo atvaizdą. Kodėl jis toks? Viską lemia veidrodžio forma.

Taisyklingi kreivi veidrodžiai būna dviejų rūšių: **įgaubtíeji** (5.32 pav., *a*), kurių atspindintis paviršius įgaubtas, ir **iškilíeji** (5.32 pav., *b*), kurių tas paviršius iškilas. Į tokius veidrodžius nukreip-

a

b

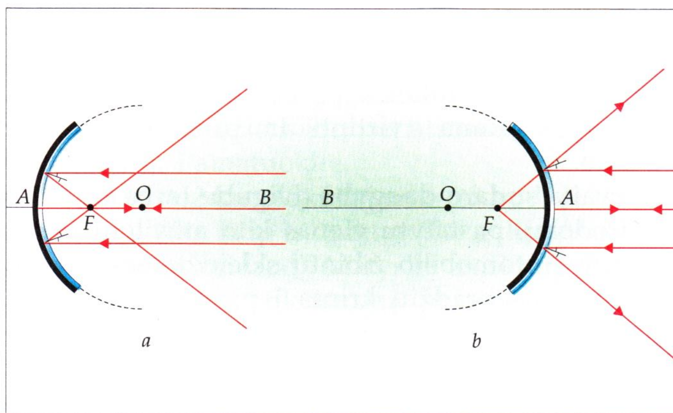
5.31 pav.

5.32 pav.

a *b*

Tai įdomu !

• *Italų dailininkas, architektas, inžinierius ir mokslininkas* L e o n a r d a s d a V i n č i s (L. da Vinci) *pabaisas piešė naudodamas kreivus veidrodžius.*

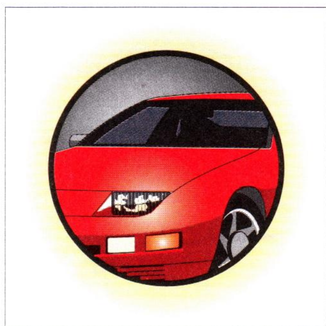


5.33 pav.

kime spindulių pluoštą, lygiagretų su einančia per veidrodžio centrą ašimi *AB*. Spinduliai nuo abiejų veidrodžių kreivo paviršiaus atsispindės pagal tą patį mums jau žinomą šviesos atspindžio dėsnį (5.33 pav., *a*, *b*).

Matome, kad įgaubtasis veidrodis lygiagrečių spindulių pluoštą suglaudžia, o iškilasis — praskleidžia.

Nuo įgaubtojo veidrodžio atsispindėję šviesos spinduliai susirenka taške *F*, kuris vadinamas **véidrodžio žìdiniu** ir yra nutolęs nuo veidrodžio atstumu, lygiu pusei veidrodžio kreivumo spindulio $R\left(AF=\frac{R}{2}\right)$. Šiame taške šviesos intensyvumas labai didelis. Tokį veidrodį nukreipus į saulę (iš jos sklindantys spinduliai yra lygiagretūs), taške *F* galima uždegti degtuką ar žvakę.

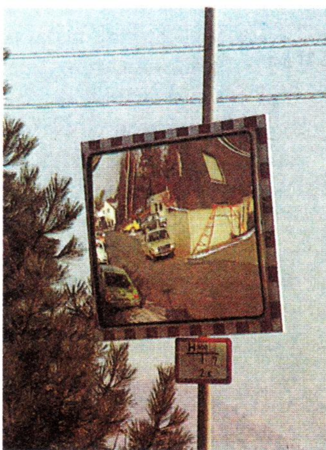


5.34 pav.

Jeigu įgaubtojo veidrodžio židinyje pastatytume šviesos šaltinį, tai nuo veidrodžio atsispindėję spinduliai sklistų lygiagrečiu pluoštu. Ši įgaubtųjų veidrodžių savybė taikoma įrengiant prožektorių, taip pat automobilių žibintus (5.34 pav.). Įgaubtieji veidrodžiai dažnai vadinami reflèktoriais (lot. *reflecto* — atspindžiu).

Kadangi iškilasis veidrodis lygiagrečius spindulius praskleidžia, tai juo galima apžvelgti didesnį plotą nei tokio pat dydžio plokščiuoju veidrodžiu. Dėl šios savybės iškilieji veidrodžiai naudojami matomumui pagerinti (5.35 pav.).

5.35 pav.



Užduotys

1. Kodėl blizga folijos lapelis?

2. Prieš veidrodį padėkite ant stalo švaraus popieriaus lapą ir jame parašykite savo vardą, žiūrėdami į rašiklio atvaizdą veidrodyje. Ar pasisekė?

3. Namuose išsitirkite savo atvaizdo veidrodyje savybes. Pabandykite artėti prie veidrodžio, paskui nuo jo tolti. Kaip dėl to judės atvaizdas veidrodyje?

4. Atsistoję prieš veidrodį, pabandykite nustatyti, kokio aukščio turi būti veidrodis, kad jame galėtumėte pamatyti save visą. O gal pasiseks ir brėžinį padaryti?

5. Ar teisingas teiginys „Plokščias veidrodis niekada nemeluoja"?

6. Kaip reikia pastatyti plokščiąjį veidrodį, kad riedantis stalu rutuliukas veidrodyje judėtų vertikaliai aukštyn?

7. Žvakė stovi prieš veidrodį 15 cm atstumu. Kokiu atstumu nuo žvakės bus jos atvaizdas, kai tą žvakę nutolinsime nuo veidrodžio dar 10 cm?

5.7. Šviesos lūžimas

Šviesa lūžta

Prisileidę vonią vandens, rengiamės maudytis. Paėmėme gabalėlį muilo, tačiau jis, išsprūdęs iš rankų, įkrito į vandenį. Nors aiškiai matome, kur yra muilas, bet sugriebti jį sekasi sunkiai. Prisiminkime, kad ir ežere ar upėje sunku pagriebti skęstantį akmenuką. Kodėl?

Žiūrint iš šalies, nenatūraliai trumpos atrodo į vandenį iki juosmens įbridusio žmogaus kojos. Ir vėl kodėl? Pabandykime paaiškinti stebėtus reiškinius.

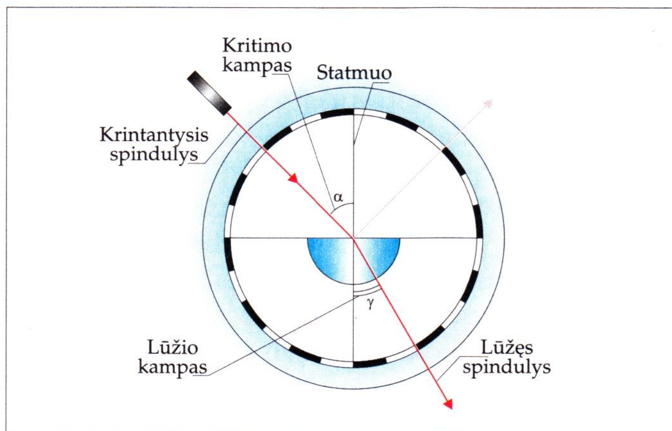


5.36 pav.

1 bandymas. Pripilkime stiklinę vandens ir įdėkime į ją arbatinį šaukštelį. Stebuklas! Sveikas šaukštelis staiga... sulūžo (5.36 pav.). Kodėl? Ištraukime šaukštelį iš vandens. Pasirodo, jis sveikas. Įdėtas atgal į stiklinę, vėl atrodo sulūžęs.

2 bandymas. Siaurą šviesos pluoštą (spindulį) nukreipkime į pusritinio formos stiklinę plokštelę, įtaisytą optinio disko centre (5.37 pav.). Kadangi stiklas yra skaidrus, tai jis šviesos pluoštą praleidžia. Pereidamas iš oro į stiklą, šviesos spindulys keičia kryptį — lūžta, bet pasilieka toje pačioje plokštumoje. Beje, dalis šviesos nuo plokštelės atsispindi.

5.37 pav.



Iš plokštelės paviršiaus taško, į kurį krinta spindulys, iškelkime statmenį tam paviršiui. Kampas α tarp krintančiojo spindulio ir statmens paviršiui kritimo taške, kaip žinome, vadinamas kritimo kampu, o kampas γ tarp lūžusio spindulio ir statmens tam paviršiui lūžimo taške — **lū́žio kampù**.

Keisdami prietaiso šviestuvo padėtį, leiskime šviesos pluoštui kristi įvairiu kampu. Matome, kad kritimo kampas ir lūžio kampas yra susiję vienas su kitu — kritimo kampui didėjant, lūžio kampas taip pat didėja, bet visą laiką yra mažesnis už kritimo kampą (pateikiame vieno tokio bandymo rezultatus):

Bandymo Nr.	Kritimo kampas α (ore)	Lūžio kampas γ (stikle)
1	20°	13,2°
2	40°	25,4°
3	60°	35,3°
4	80°	41,0°

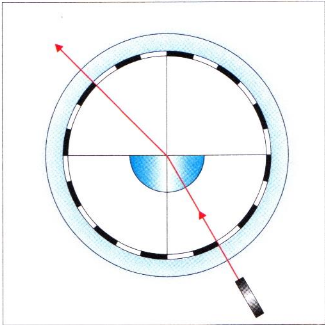
Jei šviesos pluoštas krinta statmenai paviršiui (kritimo kampas lygus nuliui), jo kryptis nesikeičia — pluoštas nelūžta.

Šviesos pluoštas lūžta ne tik oro ir vandens sandūroje, bet ir kitų skirtingų medžiagų sąlyčio vietoje.

Šviesos spindulių apgręžiamumas

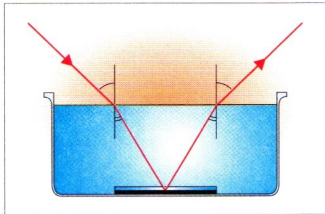
Krintančiajam bei lūžusiam šviesos spinduliui taip pat būdinga apgręžiamumo savybė: jeigu spindulį nukreiptume atvirkščiai, t. y. tuo keliu, kuriuo jis sklido lūžęs, tik priešinga kryptimi, tai, perėjęs terpių sandūrą, jis sklistų priešinga kritusiam spinduliui kryptimi (5.38 pav.).

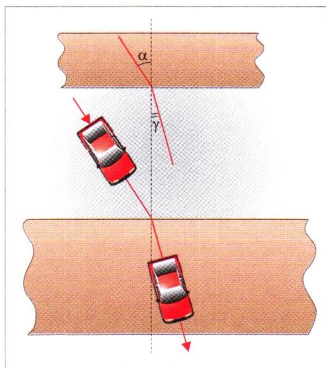
3 bandymas. Į stiklinę vonelę pripilkime vandens, o ant jos dugno padėkime veidrodėlį. Į jį nukreipkime siaurą šviesos spindulių pluoštą (5.39 pav.). Per šviesos kritimo į vandenį tašką mintyse išveskime



5.38 pav.

5.39 pav.





5.40 pav.

statmenį vandens paviršiui. Matysime, kad, pereidamas iš oro į vandenį, šviesos spindulys priartėja prie to statmens. Atsispindėjęs nuo veidrodėlio, jis sklinda vandeniu, po to pasiekia vandens ir oro ribą. Ten lūžta ir nutolsta nuo įsivaizduojamo statmens.

Apibendrinant bandymų rezultatus, galima padaryti tokias išvadas:

- **krintantysis spindulys, lūžęs spindulys ir per kritimo tašką nubrėžtas statmuo terpes skiriančiam paviršiui yra vienoje plokštumoje;**
- **šviesai pereinant iš oro į stiklą ar vandenį, kritimo kampas yra didesnis už lūžio kampą.**

Šviesos lūžimo reiškinį nesunku paaiškinti skirtingu šviesos sklidimo greičiu įvairiose terpėse: ore jis siekia maždaug 300 000 km/s, vandenyje — 230 000 km/s, stikle — 200 000 km/s. Šį teiginį galima pailiustruoti tokiu mechaniniu modeliu. Sakykime, asfaltuota danga važiuojantis automobilis tam tikru kampu įvažiuoja į žvyrkelį (5.40 pav.). Vienas varantysis automobilio ratas atsiduria žvyre, tuo tarpu kitas dar rieda asfaltu. Akivaizdu, kad žvyrą pasiekęs ratas pradeda riedėti lėčiau negu judantis asfaltu. Dėl to pakinta automobilio judėjimo kryptis. Kai abu varantieji ratai pasiekia žvyrą, toliau automobilis važiuoja tiesiai.

Taigi šviesos lūžimo reiškinys paaiškina, kodėl atrodo sulūžęs šaukštelis stiklinėje arba kodėl vandenyje sunku pagriebti skęstantį akmenuką.

Šviesos lūžimą galima stebėti ir prie upės ar ežero. Jeigu vanduo labai skaidrus, ežeras ar upė atrodo seklesni, negu yra iš tikrųjų. Nuo kranto žiūrint į vandens paviršių, atrodo, jog dugnas tarsi pakyla. Akys mato dugną ten, iš kur ateina spinduliai, bet juk jie lūždami pakeitė kryptį.

Tokį pat jausmą patiriame ir įbridę į vandenį — toliau nuo mūsų esantis ežero ar upės dugnas atrodo lyg pakilęs. Ši apgaulė tuo didesnė, kuo giliau įbrendame. Todėl maudydamiesi, ypač nežinomame vandens telkinyje, būkite labai atsargūs. Prieš nerdami į vandenį, geriau lazda ar kita priemone išmatuokite telkinio gylį.

„Suplota" Saulė

Vakaro žarose skendinti Saulė atrodo tarsi suplota (5.41 pav.). Kodėl? Atsakymo paieškokime atlikdami bandymą.

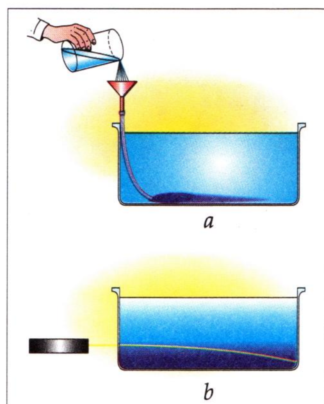
4 bandymas. Į stiklinę vonelę su vandeniu pro vamzdelį ar guminę žarnelę atsargiai pilkime cukraus tirpalą (5.42 pav., *a*). Jis sunkesnis už vandenį, todėl nusėda ant vonelės dugno, o grynas vanduo lieka viršuje. Griežtos ribos tarp cukraus tirpalo ir vandens nėra — susidaro tarpinis sluoksnis, kuriame cukraus tirpalas laipsniškai įsiskverbia į gryną vandenį.

Dabar siaurą šviesos pluoštą nukreipkime į vonelę taip, kad jis per tarpinį sluoksnį sklistų iš vandens į cukraus tirpalą (5.42 pav., *b*). Pluoštas išsikreivins. Kodėl? Dėl ribinio sluoksnio savybių šviesos pluoštas daug kartų lūš ir jo kryptis keisis laipsniškai.

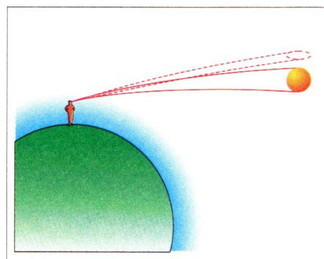
Panašiai lūžta ir saulės spinduliai, eidami pro atmosferą, kuri yra nevienalytė: arčiau Žemės — tankesnė, toliau — retesnė. Nuo apatinio Saulės krašto akį pasiekiantys spinduliai užlinksta labiau negu nuo viršutinio. Dėl to Saulę matome suplotą ir visada aukščiau, negu ji yra iš tikrųjų (5.43 pav.).



5.41 pav.



5.42 pav.



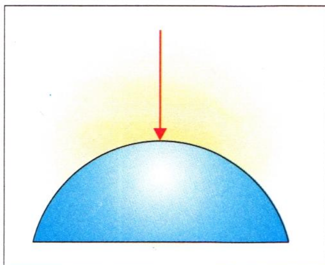
5.43 pav.

Užduotys

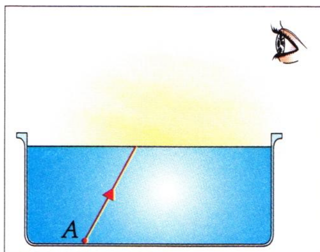
1. Šviesos spindulys krinta statmenai į perpjauto išilgai stiklinio ritinio paviršių (5.44 pav.). Nubraižykite tolesnį spindulio kelią.

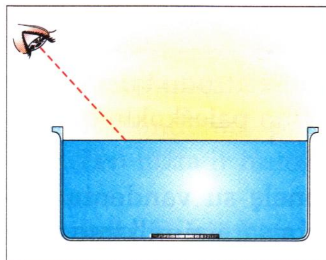
2. Iš vandens pripildytos vonelės taško *A* išeinantis šviesos spindulys patenka į žmogaus akį (5.45 pav.). Nubrėžkite tą spindulį.

5.44 pav.

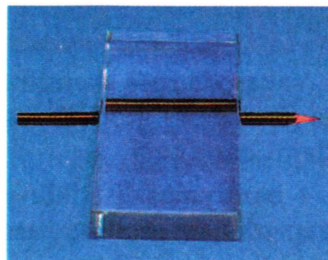


5.45 pav.

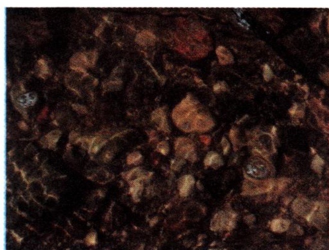




5.46 pav.



5.47 pav.



5.48 pav.

3. Persibraižykite brėžinį (5.46 pav.) į savo sąsiuvinį ir jį užbaikite parodydami, kurioje vietoje stebėtojas matys ant dugno padėtą monetą.

4. Kodėl žvejys žuvį mato aukščiau, negu ji yra iš tikrųjų?

5. Paaiškinkite, kodėl, ant pieštuko uždėjus stiklinę plokštelę, gaunamas 5.47 paveiksle parodytas atvaizdas.

6. Kai negilaus upelio vanduo raibuliuoja, ant dugno prie kranto gulintys akmenukai atrodo judantys (5.48 pav.). Kodėl?

7. Šviesos spindulys krinta į stiklo plokštelę 50° kampu. Lūžio kampas stikle lygus 28°. Nubrėžkite spindulio eigą.

5.8. Šviesos spektras

Šviesos suskilimas prizmėje

Jau žinome, kad, eidama per dviejų medžiagų sandūrą, šviesa lūžta. Patyrinėkime šį reiškinį dar kartą, tačiau dabar bandymą atlikime su stikline erdvine figūra, vadinama **prizmè** (gr. *prisma* — supjaustyta).

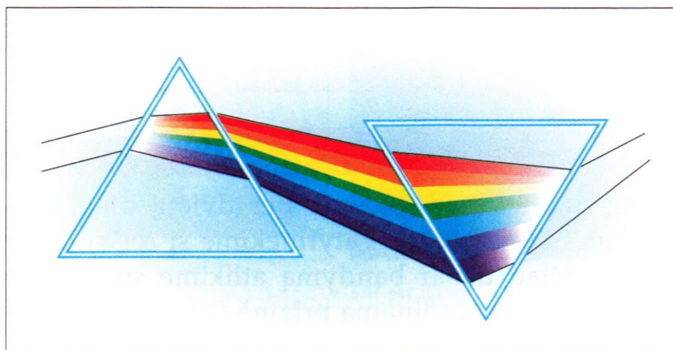
1 bandymas. Siaurą baltos šviesos pluoštą nukreipkime į trikampę stiklinę prizmę (prizmių būna įvairių, ne vien trikampių). Per ją perėjusi šviesa ekrane suspindės įvairiomis spalvomis (5.49 pav.). Jos išsidėstys ekrane ne bet kaip, o tokia tvarka: **raudona**, **oranžinė**, **geltona**, **žalia**, **žydra**, **mėlyna** ir **violetinė**.

Kodėl baltos šviesos pluoštas suskilo net į septynis įvairiaspalvius pluoštelius? Šį reiškinį galima paaiškinti taip. Balta šviesa yra sudėtinė, ji sudaryta iš kelių skirtingų spalvų šviesos pluoštų, kurių kiekvienas, eidamas per prizmę, **lūžta nevienodai**. Mažiausiai nuo pirminio kelio nukrypsta raudonieji spinduliai, daugiausia — violetiniai. Baltą šviesą sudarantys spalvoti pluošteliai fizikoje yra vadinami **šviesõs spektrù** (lot. *spectrum* — vaizdinys, vaizdas).

2 bandymas. Prizmės suskaidytą į spalvotus pluoštelius šviesą nukreipkime į kitą trikampę prizmę, pastatytą atvirkščiai pirmajai. Dėl skirtingo

5.49 pav.





5.50 pav.

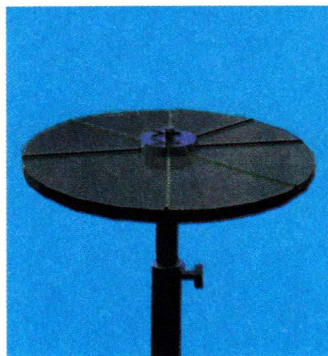
įvairių spalvų spindulių lūžimo ekrane vėl išvysime baltą šviesą (5.50 pav.).

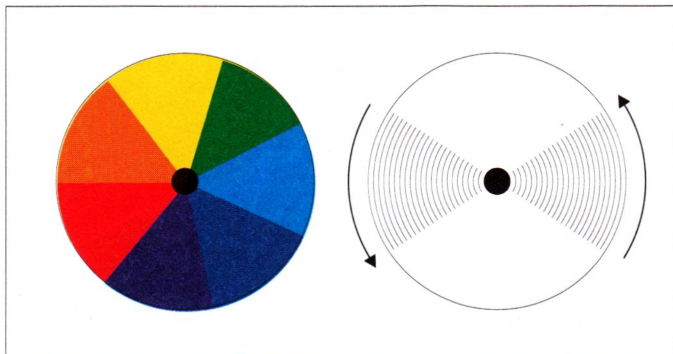
Jeigu skritulį suskirstytume į septynias lygias dalis, nudažytume jas minėtomis spalvomis, po to skritulį užmautume ant ašies ir greitai suktume, tai jis taip pat atrodytų baltas (5.51 pav.).

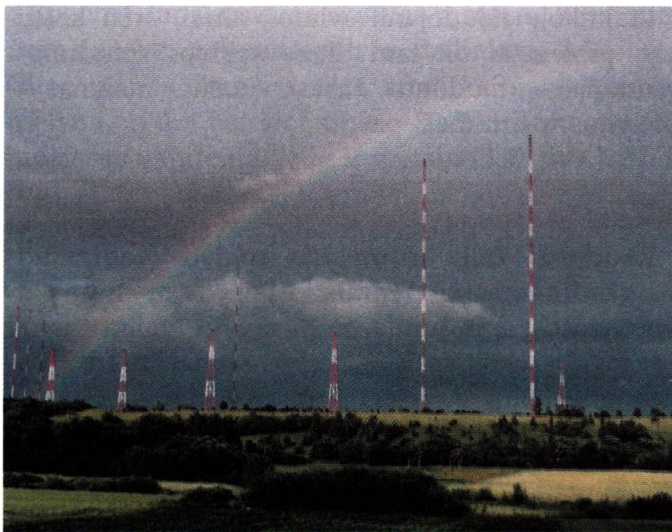
Įsiminti spektro spalvų eilės tvarką gali padėti ir aukštesniųjų klasių fizikos vadovėlio autoriaus V. Tarasonio pasiūlyti dvieiliai, kurių pirmosios (išryškintos) žodžių raidės reiškia atitinkamą spektro spalvą: raudoną, oranžinę, geltoną, žalią, žydrą, mėlyną, violetinę:

„Ruošėsi ožys ganytis,
žolę žlembt, miške vartytis";
„Raudonai, o gal žaliai
žydi marių vandenai";
„Rado Onutė girioj žiburėlį,
žiūri — mažas vabalėlis".

5.51 pav.







5.52 pav.

Akivaizdžiausias baltos šviesos skaidymo pavyzdys yra vaivórykštė — įvairiaspalvis lankas, atsirandantis po lietaus nušvitus saulei (5.52 pav.). Spalvos joje išsidėsčiusios ta pačia tvarka, kaip ir baltos šviesos spektre. Ji matoma už vieno ar dviejų kilometrų priešingoje dangaus pusėje negu Saulė. Vaivorykštė paprastai atsiranda dėl to, kad saulės spinduliai lūžta daugelyje lietaus lašelių. Šiuo atveju jie veikia kaip stiklinė prizmė, t. y. suskaido saulės šviesą į dedamąsias jos dalis. Kuo didesni lašeliai, tuo ryškesnės vaivorykštės spalvos. Taigi gražiausia ji esti tada, kai iš audros debesio krinta stambūs lietaus lašai.

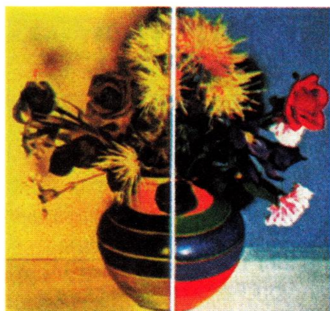
Tai įdomu !

Kol dar nebuvo žinoma vaivorykštės prigimtis, apie ją kurta daugybė pasakų arba legendų. Antai pas mus žinoma pasaka apie gražuolę Vaivą, ištiesusią danguje savo austą juostą. Mūsų protėviai vaivorykštę laikę ir prie vandens gyvenančių laumių išdaiga, dėl to ją dar vadindavę laumės juosta. Kai kurie manė, jog vaivorykštė siurbianti vandenį iš upių ir ežerų į debesis. Dar viena pasaka teigia, kad vaivorykštė užkėlusi į debesį piemenį bei tris jo ožkas. Senovės graikai vaivorykštę laikę deivės Iridės šypsena. Labai gražių gėlių irisų (vilkdalgių) vardas taip pat sietinas su vaivorykšte (gr. iris — *vaivorykštė).*

Daiktų spalvos

Didžioji dalis daiktų yra spalvoti. Kodėl, pavyzdžiui, mėlynu rašalu parašytos raidės atrodo mėlynos? Gal rašalas pridėjo mėlynos spalvos į atspindėtą šviesą? O gal jis atspindėjo tik mėlyną? Teigiamai atsakysime tik į paskutinį klausimą — mėlynas rašalas atspindėjo tik mėlyną šviesą.

Galime padaryti bendrą išvadą: raudonas kūnas atspindi tik raudonos spalvos pojūtį sukeliančią šviesą, žalias — tik žalią ir t. t. Baltas kūnas atspindi visų spektro spalvų spindulius, o juodas — visus sugeria.



5.53 pav.

Praktikoje naudojami šviesos filtrai, arba koštuvai, praleidžia tik tam tikros spalvos spindulius: raudonas — raudonus, žalias — žalius, mėlynas — mėlynus ir t. t. (5.53 pav.).

Spalvų rūšys ir maišymas

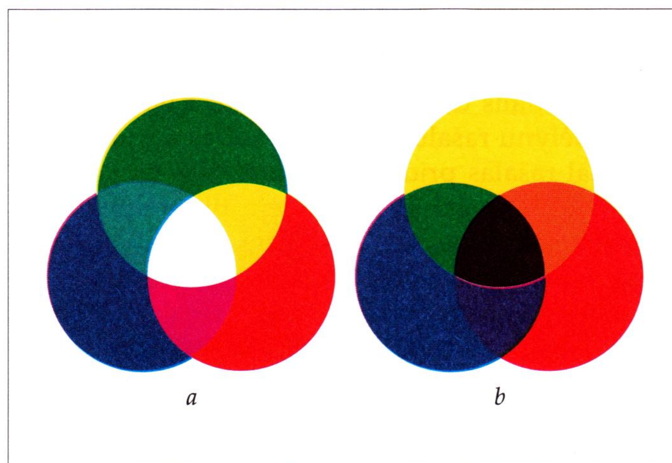
Raudona, žalia ir mėlyna spalvos vadinamos **pagrindìnėmis spalvomìs**. Maišydami šių spalvų šviesos spindulius tarpusavyje, galime gauti bet kokios kitos spalvos šviesą. Sumaišius dvi pagrindines spalvas, susidaro **papìldomoji spalvà** (5.54 pav., *a*):

žalia + raudona → geltona;
mėlyna + žalia → žalsvai žydra;
raudona + mėlyna → purpurinė.

Pagrindinės tapybos spalvos yra kitokios: purpurinė, žalsvai žydra ir geltona. Maišant šių spalvų dažus įvairiomis dalimis, galima gauti visas kitas spalvas.

Tam padeda vadinamasis **spalvų̃ trìkampis** (5.54 pav., *b*). Sumaišius spalvas, esančias dviejose jo viršūnėse (pavyzdžiui, geltoną ir mėlyną), gaunama tarp jų esanti spalva (žalia). Jei sumaišytume visas tris trikampio viršūnėse esančias spalvas, gautume pilką arba juosvą spalvą, parodytą trikampio centre.

5.54 pav.



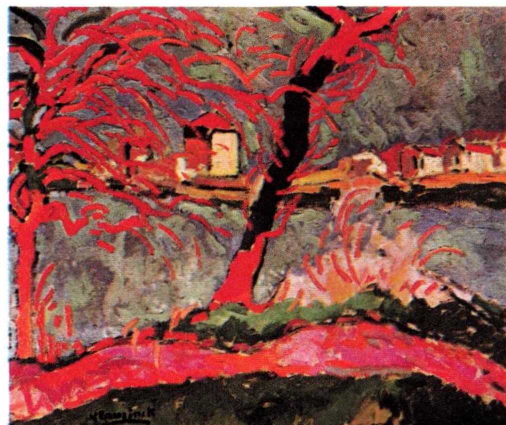
Spalvos dar skirstomos į **šiltàs** ir **šáltas**. Raudona, oranžinė bei geltona spalvos dailininkų laikomos šiltomis, nes primena ugnį arba įkaitusius kūnus, mėlyna, žydra bei violetinė — šaltomis, nes asocijuojasi su vandeniu, ledu ir metalu (5.55 pav.). Kiek toks skirstymas yra pagrįstas fizikiniu požiūriu, išsiaiškinsime aukštesnėse klasėse.

5.55 pav.



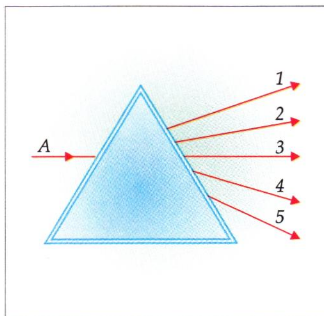


Morisas Vlaminkas. *Senos krantai*



Pitas Mondrianas. *Žydinti obelis*





5.56 pav.

Užduotys

1. Į trikampę stiklinę prizmę krinta spindulys *A* (5.56 pav.). Kuris iš tos prizmės išėjusių spindulių pavaizduotas teisingai?

2. Saulė vienodai apšviečia veją ir gėlyną, tačiau žolė atrodo žalia, o gėlės — įvairių spalvų. Kodėl?

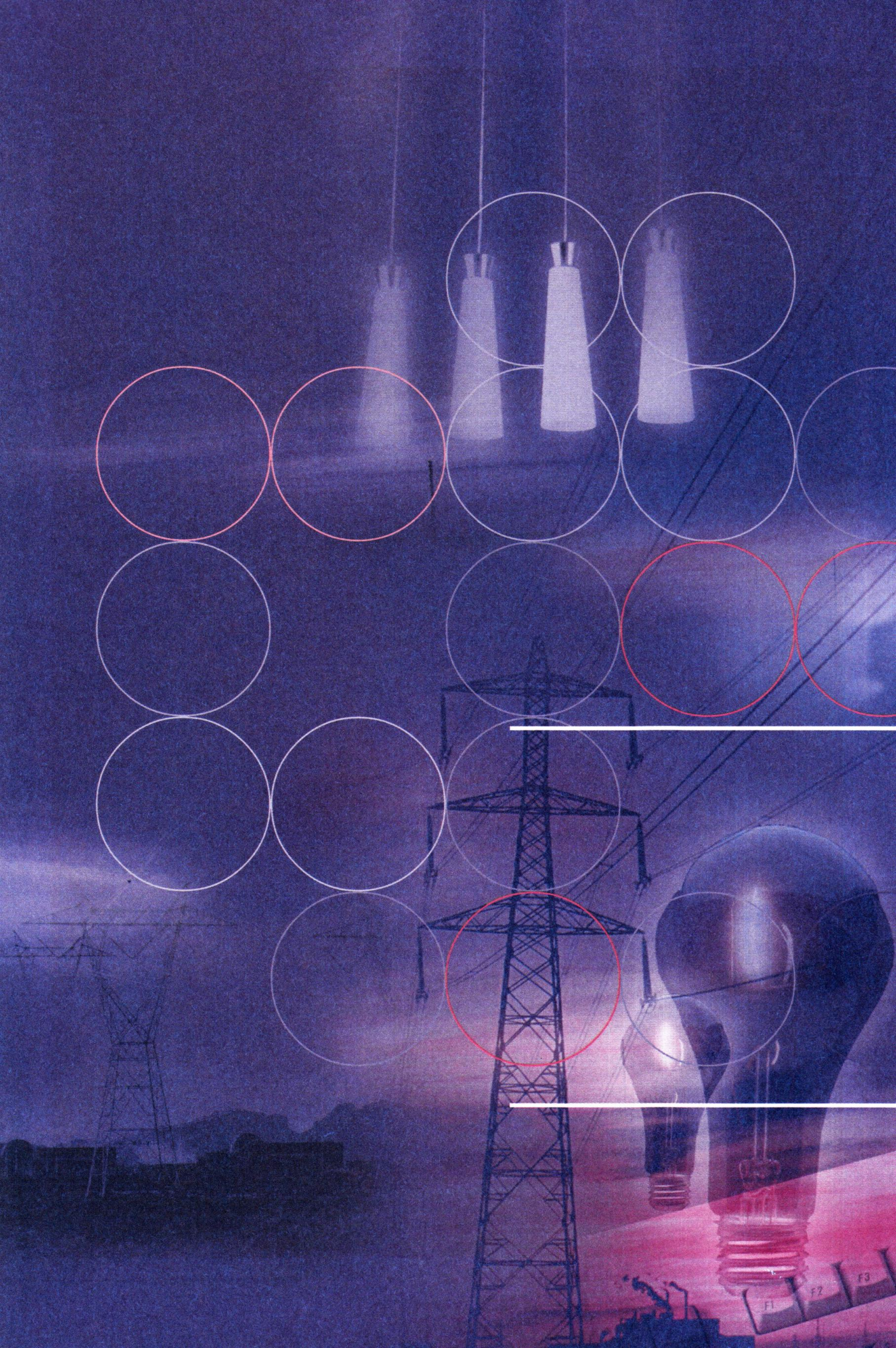
3. Pro įvairių spalvų stiklo gabalėlius pažiūrėkite į baltą popieriaus lapą. Kokios spalvos jis atrodo? Kokių spalvų šviesa praeina pro šiuos stikliukus?

4. Ant balto popieriaus lapo juodos, raudonos ir mėlynos spalvos flomasteriais užrašykite keletą raidžių ir pažiūrėkite į jas iš pradžių pro mėlyną, paskui pro raudoną filtrą. Kokia yra kiekvienos raidės spalva?

5. Maišydami trijų pagrindinių spalvų dažus, gaukite kokią nors kitą spalvą.

Skyriaus „Šviesos reiškiniai" santrauka

Šviesos šaltiniai	Šviesos šaltiniais vadinami šviesą skleidžiantys kūnai. Jie būna gamtiniai ir dirbtiniai.
Šviesos spindulys	Šviesos spindulys — tai tik linija (modelis), kuria sklinda šviesa.
Šviesos sklidimas	• Šviesa iš šaltinio sklinda visomis kryptimis tiesiai. • Šešėliu vadinama už neskaidraus apšviesto kūno esanti neapšviesta erdvė.
Šviesos atspindys	• Šviesos atspindžio reiškinys — tai šviesos, pasiekusios kitą terpę (veidrodį), sklidimo krypties pakitimas. • Šviesos atspindžio dėsnis: — krintantysis spindulys, atsispindėjęs spindulys ir statmuo veidrodžio paviršiui spindulio kritimo taške yra vienoje plokštumoje; — spindulio atspindžio kampas lygus to spindulio kritimo kampui.
Šviesos lūžimas	• Šviesos lūžimas — tai reiškinys, kurio metu šviesa, pereidama iš vienos terpės į kitą, pakeičia sklidimo kryptį. • Krintantysis spindulys, lūžęs spindulys ir per kritimo tašką nubrėžtas statmuo terpes skiriančiam paviršiui yra vienoje plokštumoje. • Šviesai pereinant iš oro į stiklą ar vandenį, kritimo kampas yra didesnis už lūžio kampą.
Šviesos spektras	Balta šviesa yra sudėtinė. Ji sudaryta iš šių spalvų šviesos pluoštų: raudono, oranžinio, geltono, žalio, žydro, mėlyno, violetinio. Kiekvienas jų, eidamas per prizmę, lūžta nevienodai.


F1
F2
F3

6 Elektros pradmenys

Šiame skyriuje susipažinsite su:

- elektrinimo reiškiniu;
- įelektrintų kūnų sąveika;
- elektros srovės samprata;
- elektrinėmis grandinėmis:
  - grandinės dalių simboliais,
  - grandinių schemomis;
- elektros srovės poveikiu:
  - šiluminiu,
  - magnetiniu,
  - cheminiu;
- elektros laidininkais ir izoliatoriais;
- elektros vartojimo pavojais.

6.1. Elektrinimo reiškinys

Elektra žinoma jau seniai

Kai kuriuos elektrinius reiškinius žmonės žinojo dar žiloje senovėje. Maždaug VI a. pr. Kr. graikai pastebėjo, kad gintaras, patrintas vilna, traukia lengvus kūnus: šiaudelius, žemės kruopeles, skiedreles. XVI a. anglų fizikas, karaliaus gydytojas Viljamas Gilbertas (*W. Gilbert*, 1544—1603), tirdamas šį reiškinį, įrodė, kad gebėjimas traukti lengvus kūnus būdingas ne tik gintarui, bet ir deimantui, kalnų krištolui, stiklui, sierai, dervai. Šią kūnų savybę mokslininkas pavadino elektrine (prisiminkite: gr. *elektron* — gintaras), todėl V. Gilbertą galime laikyti elektros mokslo pradininku. Vėliau, maždaug nuo XVIII amžiaus, elektriniai reiškiniai jau buvo tyrinėjami sistemingai, vieną atradimą keitė kitas (žr. „Tai įdomu").

Kūnų įsielektrinimas

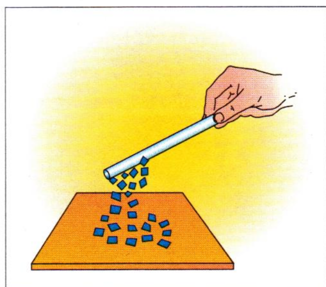
Plačiau susipažinkime su elektriniais reiškiniais, su kūnais, turinčiais elektrinių savybių.

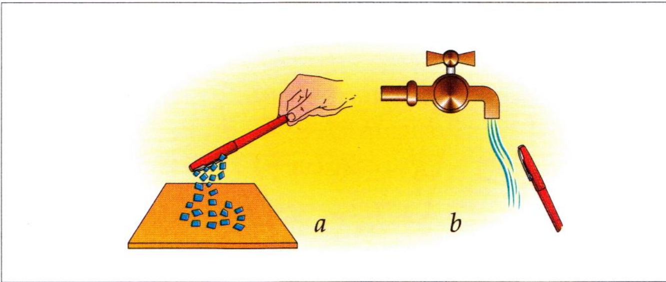
1 bandymas. Stiklinę lazdelę patrinkime į šilkinio audinio skliautę ir priartinkime prie mažų popieriaus skiautelių. Lazdelė jas pritrauks (6.1 pav.). Artindami prie skiautelių nepatrintą lazdelę, tokio efekto nepastebėsime.

2 bandymas. Prie tų popieriaus skiautelių artinkime per vilnonio audinio ar kailio atraižą keletą kartų švelniai perbrauktą tušinuką arba plastikines šukas. Ir tušinukas, ir šukos trauks prie savęs skiauteles (6.2 pav., *a*). Jeigu patrintą tušinuką artintume prie plonos vandens čiurkšlės, jis trauktų ir ją (6.2 pav., *b*). Pabandykite.

Apie kūnus, kurie patrinti traukia prie savęs kitus kūnus, sakome, kad *jie yra įelektrinti* arba kad *turi elektros krūvį*, arba kad *jiems yra suteiktas elektros krūvis*.

6.1 pav.



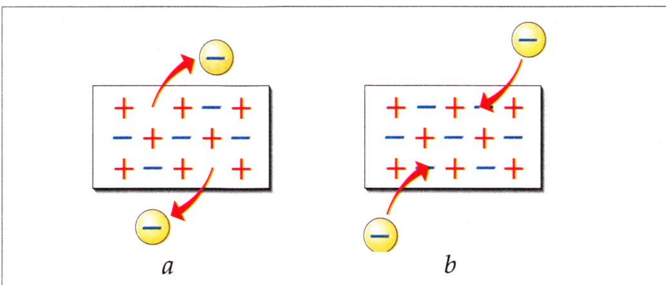


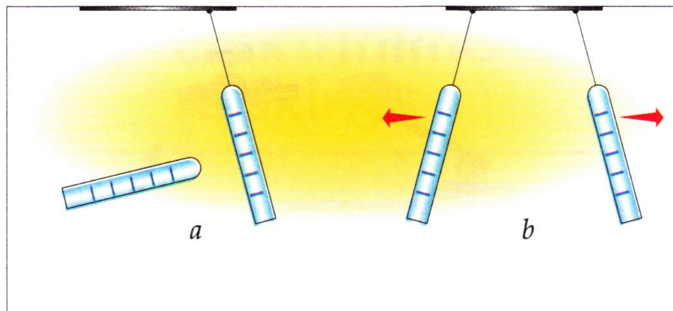
6.2 pav.

Kas atsitinka trinant du kūnus? Tie kūnai geriau susiliečia tarpusavyje (padidėja jų sąlyčio paviršius) ir susidaro palankesnės sąlygos elektronams pereiti iš vieno kūno į kitą, kaip antai iš stiklinės lazdelės — į šilkinį audinį arba iš vilnonio audinio ar kailio — į tušinuką arba šukas. Dėl to stiklinė lazdelė ir vilnonis audinys (kailis), netekę elektronų, įsielektrina teigiamai, t. y. įgyja teigiamąjį krūvį, o šilkinis audinys ir tušinukas (šukos), gavę elektronų, — neigiamai. Kuo daugiau elektronų pereina į šilką ir tušinuką (šukas), tuo didesnis yra jo (jų) krūvis. Taigi *teigiamą arba neigiamą kūnus sudarančių medžiagų įelektrinimą lemia elektronų trūkumas* (6.3 pav., *a*) *arba perteklius* (6.3 pav., *b*).

Kūnams įsielektrinant, naujų elektringųjų dalelių neatsiranda, tik tos pačios yra padalijamos. Kiek elektronų netenka stiklinė lazdelė arba vilnonis audinys, tiek pat jų padaugėja šilkiniame audinyje arba tušinuke. Vadinasi, **susiliesdami visuomet įsielektrina abu kūnai** (vienas — neigiamai, o kitas — teigiamai). Tuo galime nesunkiai įsitikinti, prie popieriaus skiautelių artindami vilnonį audinį ar kailio atraižą, kuria braukėme per tušinuką ar šukas. Audinys bei kailis taip pat ima traukti skiauteles.

6.3 pav.





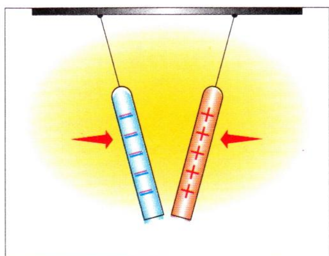
6.4 pav.

Įelektrintų kūnų sąveika

Tiek teigiamai, tiek neigiamai įelektrinti kūnai traukia prie savęs smulkius neutralius kūnus. O kaip įelektrinti kūnai sąveikauja tarpusavyje?

3 bandymas. Ant kaproninio arba šilkinio siūlo pakabinkime lengvą aliuminio folijos tūtelę. Odos atraiža patrinkime stiklinę lazdelę ir ja palieskime tūtelę. Iš pradžių tūtelė prisitrauks prie lazdelės, paskui nuo jos atšoks (6.4 pav., *a*). Tokiu pat būdu įelektrinkime dar vieną aliuminio folijos tūtelę. Ji įgis to paties ženklo krūvį. Dabar antrąją tūtelę pakabinkime šalia pirmosios. Abi tūtelės ims stumti viena kitą (6.4 pav., *b*).

Vadinasi, galime teigti, kad *kūnai, įgiję to paties ženklo krūvį, vienas kitą stumia.*



6.5 pav.

4 bandymas. Vieną aliuminio folijos tūtelę įelektrinkime plastikine lazdele, patrinta į šilko skiautę, kitą — stikline lazdele, patrinta į odos atraižą. Tūtelės įgis priešingų ženklų krūvius ir suartintos trauks viena kitą (6.5 pav.). Taigi peršasi išvada, jog *kūnai, turintys priešingų ženklų krūvius, vienas kitą traukia.*

Remdamiesi abiejų bandymų rezultatais, galime padaryti tokią bendrą išvadą: **kūnai, turintys vienodų ženklų krūvius, vieni kitus stumia, o turintys skirtingų ženklų krūvius — traukia**.

Įelektrintų kūnų sąveika leidžia paaiškinti, kodėl prilimpa vienas prie kito skirtingų audinių drabužiai, kuriais vilkime — trindamiesi tarpusavyje, jie įsielektrina.

Užduotys ??

1. Plastikinė liniuotė, patrinta vilnoniu audiniu, įsielektrina neigiamai. Ar audinyje trūksta elektronų, ar susidaro jų perteklius?

2. Prie lygios sienos priglauskite laikraštinio popieriaus lapą (visu jo plotu) ir jį paleiskite. Lapas tuoj pat nukris žemyn. Pakartokite bandymą, patrindami šį lapą delnu. Lapas prilips prie sienos ir nukris tik po kurio laiko. Kodėl?

3. Pakartokite 2-ąją užduotį, vietoj laikraštinio popieriaus lapo imdami ploną plastikinį maišelį. Paaiškinkite reiškinį.

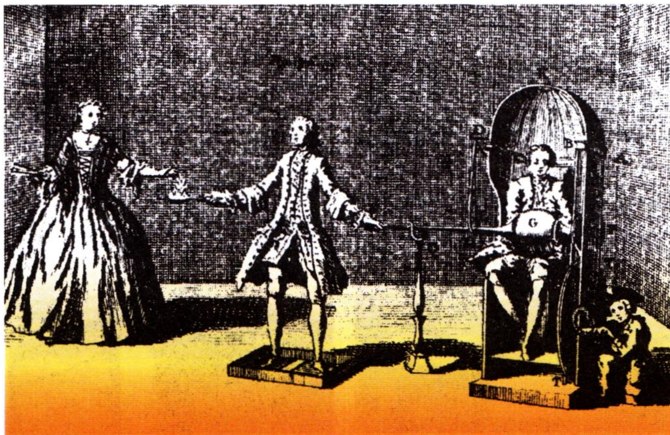
4. Kodėl, šukuojantis plastikinėmis šukomis, plaukai tarytum limpa prie jų?

5. Kodėl, nusivelkant viršutinius drabužius, pasiūtus iš sintetinio audinio, girdimas traškesys, o tamsoje matomos net kibirkštėlės? Paaiškinkite reiškinį.

6. Paprastai sakoma, kad šukuojantis įsielektrinusios šukos traukia plaukus. Ar teisingas teiginys, jog ir plaukai traukia šukas?

7. Į lėkštutę įpilkite vandens ir ant jo paviršiaus padėkite sausą aliumininę 1 ct, 2 ct arba 5 ct monetą. Kas atsitiks, kai prie jos artinsime įelektrintą ebonitinę lazdelę?

6.6 pav.



Tai įdomu !

Elektriniai reiškiniai sistemingai pradėti tyrinėti XVIII amžiuje. Tuo metu manyta, kad elektra yra kažkas, primenantis skystį, buvo sukurtos pirmosios mašinos (6.6 pav.), galinčios sukelti kibirkštis ir papurtyti susikibusius rankomis žmones, kai vienas iš jų paliečia veikiančios tokios mašinos metalines dalis. Atsirado krūvio matavimo prietaisai — elektroskopai ir t. t. Ypač daug šioje srityje nuveikta XIX amžiuje:

- *1800 m. italų fizikas ir fiziologas A l e s a n d r a s V o l t a* (A. Volta) *išrado pirmąjį elektros srovės šaltinį — galvaninį elementą;*
- *1820 m. danų fizikas H a n s a s K r i s t i a n a s E r s t e d a s* (H. K. Oersted) *pastebėjo, kad aplink laidininką, kuriuo teka elektros srovė, yra magnetinis laukas;*
- *1831 m. anglų fizikas ir chemikas M a i k l a s F a r a d ė j u s* (M. Faraday) *sukūrė fizikinius pagrindus, kuriais remiantis galima gauti pigią elektrą;*
- *1867 m. vokiečių inžinierius E r n s t a s V e r n e r i s Z y m e n s a s* (E. W. von Siemens) *sukūrė elektros srovės generatorių;*
- *1882 m., vadovaujant JAV elektrotechnikui T o m u i E d i s o n u i* (T. Edison)*, Niujorke pastatyta pirmoji pasaulyje elektrinė.*

6.2. Elektros srovė

Diena be elektros

Nuo XIX a. vidurio elektra vaidina svarbų vaidmenį daugelyje mūsų gyvenimo sričių. Apie dieną be elektros šiandien galima tik pasvajoti. Įsivaizduokime, kad vienu metu nustoja veikti visos pasaulio elektrinės, gaminančios elektros energiją, išjungiami visi tą energiją sukaupę akumuliatoriai, galvaniniai elementai. Kas atsitinka? Keliuose ir gatvėse sustoja automobiliai, troleibusai, nukrenta lėktuvai, butuose užgęsta lempos, televizorių ekranai, nutyla radijo imtuvai bei telefonai, ima tirpti ledas šaldytuvų kamerose, visur netvarką sukelia nebeveikiantys kompiuteriai, sustoja gamyklos ir t. t. Trumpai tariant, sutrinka visas įprastinis mūsų gyvenimas — grįžtame į XIX a. pabaigą.

6.7 pav.



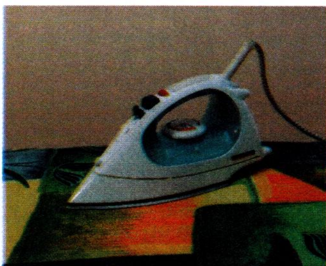
Elektriniai prietaisai

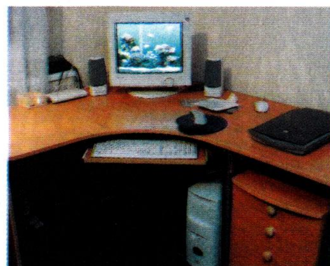
6.7 paveiksle parodyta keletas elektros energiją vartojančių buitinių prietaisų: šaldytuvas, televizorius, kompiuteris, laidynė, elektrinis grąžtas, kišeninis žibintuvėlis. Šį sąrašą būtų galima tęsti.











O jeigu jį dar papildytume elektriniais prietaisais, naudojamais pramonėje? Eilė susidarytų įspūdinga. Įvairiausios paskirties šiems prietaisams būdinga tai, kad visi jie vartoja elektrinėse gaminamą elektros energiją, kad jais teka **elèktros srovė̃**.

Elektros srovės samprata

Žodį „srovė" paprastai siejame su kieno nors tekėjimu, tėkme, kryptingu judėjimu. Antai oro srove laikome kryptingą oro srauto judėjimą pučiant vėjui, vandens srove — vandens srauto tekėjimą. Kad elektros srovė yra, sprendžiame iš jos poveikio — dega lempa, kaista laidynė, veikia šaldytuvas ir kt. Vis dėlto kyla klausimas: kas yra elektros srovė, kas teka laidais, jungiančiais elektrinę su elektros energiją vartojančiais prietaisais?

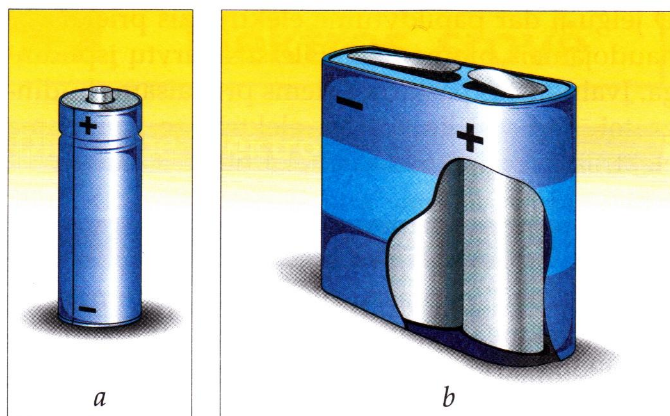
Bendrais bruožais jau susipažinote su atomo sandara, todėl žinote, kad kai kurie metalų, iš kurių gaminami laidai, atomų elektronai gali atitrūkti nuo atomų ir pereiti iš vieno atomo į kitą. Vadinasi, metalus sudaro **teigiamíeji jònai** bei **laisvíeji elektrònai**. Tam tikromis sąlygomis šie elektronai metaluose gali judėti kryptingai, t. y. gali susidaryti jų srovė. Toks **kryptingas elektronų judėjimas ir vadinamas elektros srove.**

Elektros srovės kryptis

Ką reiškia „tam tikromis sąlygomis"? Kad laidais (taigi ir jais sujungtais elektriniais prietaisais) imtų tekėti elektros srovė, reikia tuos laidus sujungti su srovės šaltiniu. Paprasčiausias srovės šaltinis, kaip jau žinote iš žemesniųjų klasių gamtos pažinimo kurso, yra galvaninis elementas (6.8 pav., *a*) arba elementų baterija (6.8 pav., *b*), kurią sudaro keletas vienas su kitu sujungtų galvaninių elementų. Juos ne kartą esate naudoję žaisluose, kišeniniuose žibintuvėliuose, laikrodžiuose, radijo imtuvuose ir pan. Tikriausiai pastebėjote, kad elementas turi du gnybtus (dar sakoma — polius), kurių vienas pažymėtas pliuso (+) ženklu, o kitas — minuso (–) ženklu, kitaip tariant, vienas gnybtas yra tei-

Tai įdomu!

- *Platų elektros taikymą galima pailiustruoti sparčiu ryšio priemonių plitimu:*
- *1871 m. povandeninis 3500 km ilgio telegrafo kabelis sujungė JAV ir Angliją; tais pačiais metais ėmė veikti 12 000 km ilgio telegrafo linija Maskva—Vladivostokas;*
- *1897 m. italų radiotechnikas Guljelmas Markonis* (G. Marconi) *užpatentavo bevielį radijo ryšį;*
- *pirmosios reguliarios radijo laidos pradėtos transliuoti Olandijoje 1919 metais, o Lietuvoje — 1926 metais;*
- *reguliarios televizijos transliacijos elektronine sistema pradėtos Didžiojoje Britanijoje ir Vokietijoje 1936 metais;*
- *1957 metais įkurta Lietuvos televizija.*
- *Srovės šaltinio polius žymėti „+" ir „–" ženklais 1806 m. pasiūlė iš Gedučių (Pakruojo raj.) kilęs fizikas ir chemikas Teodoras Grotus (1785—1822).*



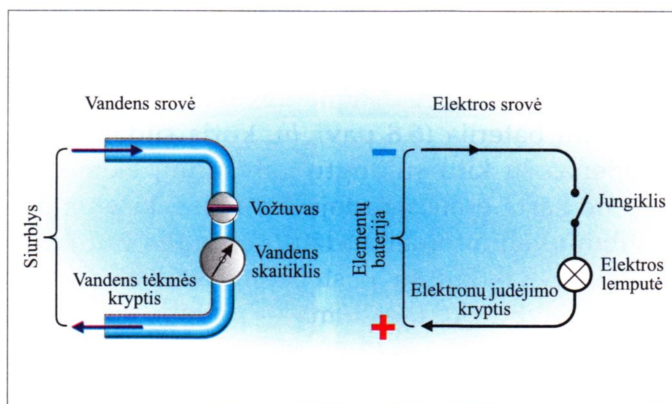
6.8 pav.

giamas, kitas — neigiamas (minuso ženklas dažniausiai nerašomas, o neigiamąjį polių atstoja cinkinis elemento korpusas).

Prie elemento gnybtų prijungus laidus, einančius iš elektrinių prietaisų, tais laidais elektronai ima judėti kryptingai iš neigiamojo elemento poliaus į teigiamąjį, nes neigiamojo poliaus krūvis tokio pat ženklo krūvį turinčius elektronus stumia, o teigiamojo poliaus krūvis priešingo ženklo krūvį turinčius elektronus traukia. Tačiau *elektros srovės kryptimi buvo susitarta laikyti kryptį nuo teigiamojo elemento poliaus neigiamojo link.* Taip atsitiko dėl to, kad, pradėjus tirti elektros srovę, dar nežinota tikroji jos prigimtis.

Elektros srovę galima palyginti su vandens tekėjimu vamzdžiais (6.9 pav.).

6.9 pav.



Užduotys ??

1. Išvardykite jums žinomus buitinius elektrinius prietaisus.

2. Nurodykite elektrinius prietaisus, naudojamus:

a) transporte;
b) pramonėje;
c) žemės ūkyje;
d) žiniasklaidoje.

3. Nurodykite, kuriais atvejais elektra nereikalinga.

4. Kaip pakeisti elektros srovės, tekančios prie kišeninio žibintuvėlio baterijos prijungta lempute, kryptį?

5. Žaibas trenkė į medį. Ar galima sakyti, kad medžiu pratekėjo elektros srovė?

6. Metaliniame strypelyje yra laisvųjų elektronų, kurie be perstojo juda. Ar galima teigti, kad strypeliu teka elektros srovė? Kodėl?

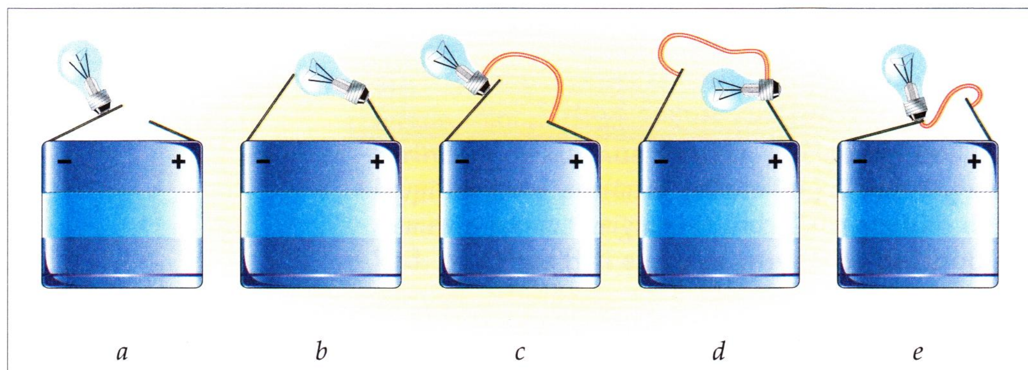
6.3. Elektrinės grandinės

Elektrinės grandinės dalys

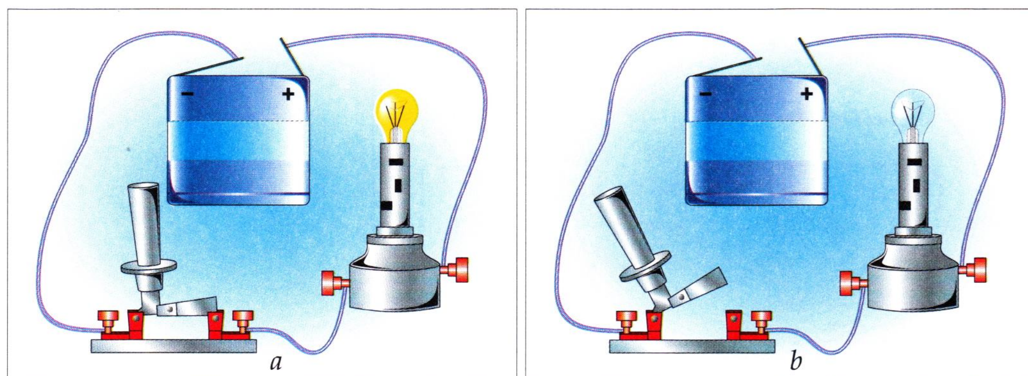
1 bandymas. Paimkime plokščią kišeninio žibintuvėlio bateriją, lemputę ir keletą jungiamųjų laidų. Pabandykime uždegti lemputę, jungdami ją prie baterijos 6.10 paveiksle nurodytais būdais. Kada lemputė ima šviesti? Įsitikiname, kad ji dega tik tada, kai susidaro uždara grandinė.

2 bandymas. Sujunkime elektros laidais galvaninį elementą, lemputę ir jungiklį, kaip parodyta 6.11 paveiksle, *a*. Kadangi grandinė uždara, tai srovė ja tekės ir lemputė degs. Išjunkime jungiklį (6.11 pav., *b*). Grandinė nutrūks, o lemputė dėl to užges.

6.10 pav.



6.11 pav.



Uždaroji elektrinė grandinė

Atviroji elektrinė grandinė

Apskritai **elektrinė grandinė** fizikoje vadiname grandinę, kurią sudaro:

• elektros srovės šaltinis (jų būna labai įvairių),

• imtuvai (lemputės, televizoriai, laidynės, šildymo prietaisai ir pan.),

• jungikliai (valdymo prietaisai) ir

• jungiamieji laidai srovės šaltiniui su imtuvais sujungti.

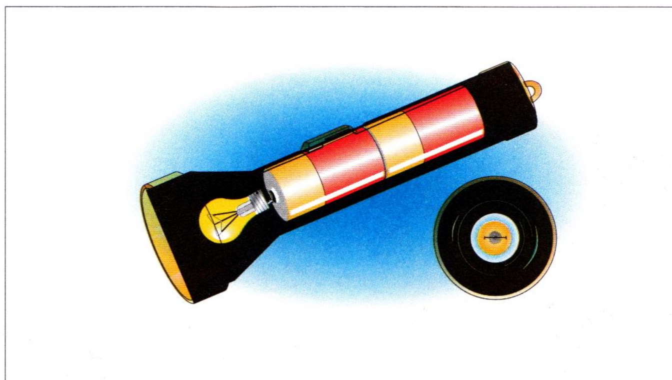
Elektros srovė gali tekėti tik uždara elektrine grandine, t. y. grandine, kurios nenutrūkęs jungiamasis laidas arba įjungtas jungiklis. Jį išjungę, grandinę nutraukiame — padarome ją atvirą ir srovė neteka.

3 bandymas. Ne visada elektrinės grandinės yra aiškiai matomos. Išnagrinėkime visiems mums gerai pažįstamo kišeninio žibintuvėlio (6.12 pav.) sandarą. Jo elektrinę grandinę sudaro metalinis korpusas, galvaninis elementas arba baterija, elektros lemputė ir jungiklis. Įjungus jungiklį, elektros srovė iš šaltinio ima tekėti metaliniu žibintuvėlio korpusu, jungikliu bei lempute ir ši įsižiebia.

Elektrinė schema

Bandymui naudojamus prietaisus bei jų jungimą grandinėje galima pavaizduoti tam tikru brėžiniu, kuris fizikoje vadinamas **elektrìnės grandìnės schemà**, arba trumpiau — **elektrinė schemà** (gr. *schema* — išvaizda, pavidalas). Kaip ji braižoma? Savaime suprantama, kad grandinę sudarantys

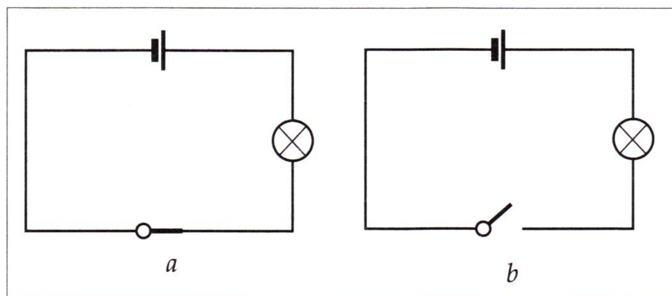
6.12 pav.



Tai įdomu!

• *Pirmąją elektrinę Lietuvoje 1892 m. pastatė kunigaikštis Oginskis Žemaitijoje, Rietave.*

• *Kokį įspūdį elektra padarė to meto žmonėms, matyti iš Rietavo gyventojo J. Kalniko pasakojimo: „Kuomet iš elektrinės tiesė laidus į dvaro rūmus, žmonės stebėjosi, kaipgi čia būsią, kad ugnis kūrensis viename laidų gale, o šviesa švies kitame gale — dvaro rūmuose. Kada vyrai pamatė šviečiančią elektros lemputę, vieni ją bandė užpūsti, kiti — prie jos pypkes pridegti, treti bijojo prisiartinti... O kai užsidegė elektra bažnyčioje, į Rietavą važiuodavo pažiūrėti šitos šviesos iš visų Žemaitijos kampų".*



6.13 pav.

Tai įdomu !

• Rietavo elektrinė pradėjo veikti praėjus vos 13 metų po to, kai pasaulyje buvo išrasta elektros lemputė, ir tik po 10 metų, kai buvo atidaryta pirmoji elektrinė Europoje.

• Vilniaus elektrinė darbą pradėjo 1903 metais.

• 1964 metais Lietuvoje užgesintos paskutinės žibalinės lempos — prie elektros perdavimo sistemos prijungta paskutinė šalies sodyba.

• Gamyklas, gyvenamuosius namus elektros energija iš ją gaminančių elektrinių pasiekia labai sudėtinga sistema, vadinama elektros tinklais (6.14 pav). Lietuvoje vien elektros perdavimo linijų 1999 m. buvo apie 126,9 tūkst. km.

prietaisai schemoje nepiešiami tokie, kokius juos matome iš tikrųjų. Tai būtų nepatogu, nes užimtų nepaprastai daug laiko, be to, labai skirtųsi įvairių piešėjų schemos. O jeigu dar grandinė būtų sudėtinga (sujungta iš daugelio įvairių prietaisų), tai jai nubraižyti neužtektų ir keleto lapų popieriaus. Todėl panašiai kaip žemėlapiuose miškai, ežerai, upės ir kalnai vaizduojami sutartiniais topografiniais ženklais, taip fizikoje elektrinės grandinės sudedamosios dalys žymimos specialiais simboliais ir parodoma, kaip tas dalis reikia sujungti. 6.13 paveiksle matote 2 bandymo grandinių schemas. Jose prietaisai, t. y. elektros ele-

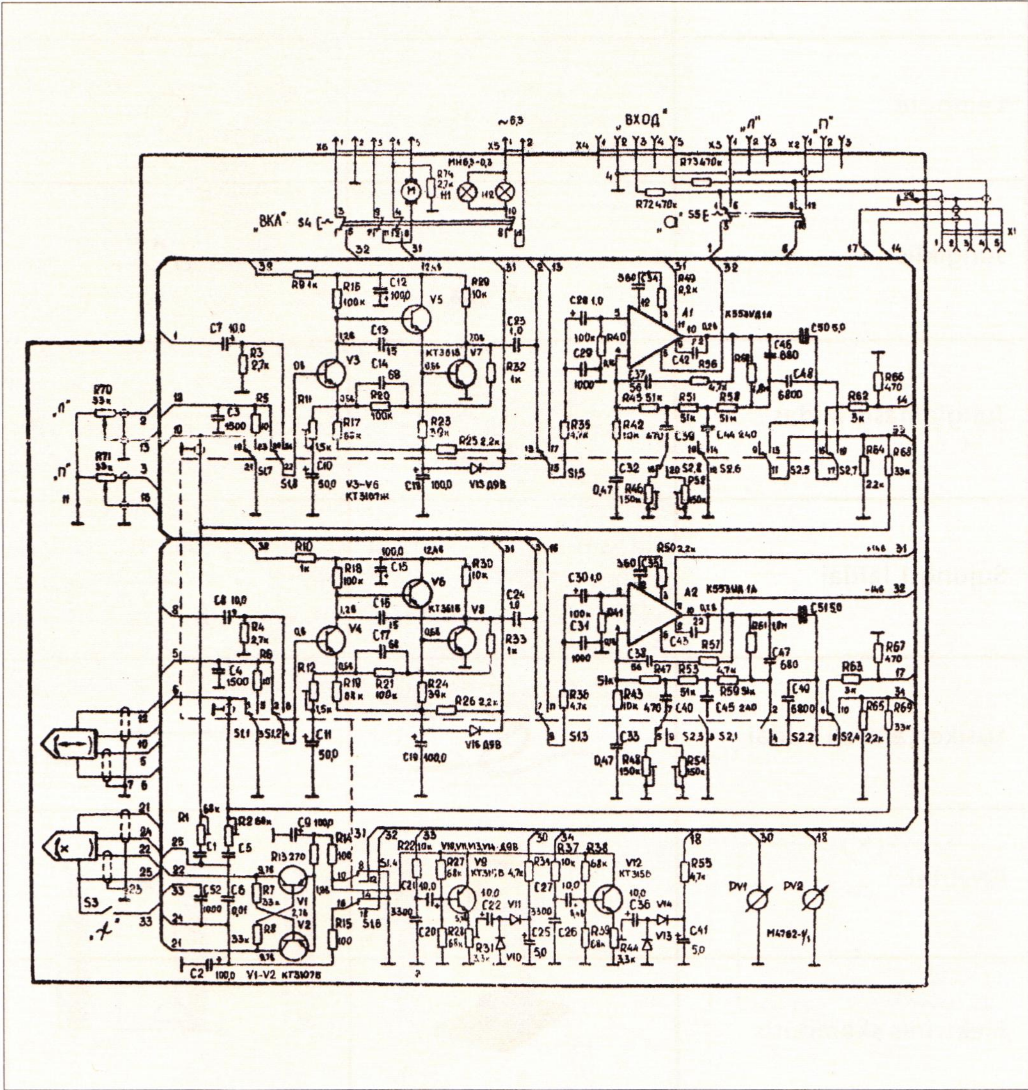
6.14 pav.



mentas, lemputė, jungiklis ir jungiamieji laidai, pažymėti simboliais.

Schemomis vaizduojamos pačios sudėtingiausios elektrinės grandinės butuose, automobiliuose, radijo imtuvuose, televizoriuose, šaldytuvose ir kt. Antai 6.15 paveiksle matote elektrinę magnetofono schemą. Daugelis jos simbolių jums kol kas nežinomi, tačiau, mokydamiesi fizikos, ilgainiui perprasite ir tokius sudėtingus raizginius.

6.15 pav.



Pateikiame dažniausiai vartojamus grandinių schemų sutartinius ženklus:

Grandinės dalies pavadinimas	Jos paveikslas	Simbolis
Galvaninis elementas		
Elementų baterija		
Lemputė		
Jungiklis		
Jungiamasis laidas		
Sujungti laidai		
Susikertantieji laidai		
Gnybtai		
Elektrinis skambutis		

Užduotys ??

1. Nubraižykite 6.12 paveiksle pavaizduoto kišeninio žibintuvėlio elektrinės grandinės schemą.

2. Nurodykite priežastis, dėl kurių gali nešviesti kambario palubėje kabanti lempa.

3. Kuriais 6.16 paveiksle pavaizduotais atvejais prie galvaninio elemento prijungta lemputė nedegs?

4. Vietoj daugtaškių parašykite elektrinės grandinės dalį žyminčio simbolio raidę:

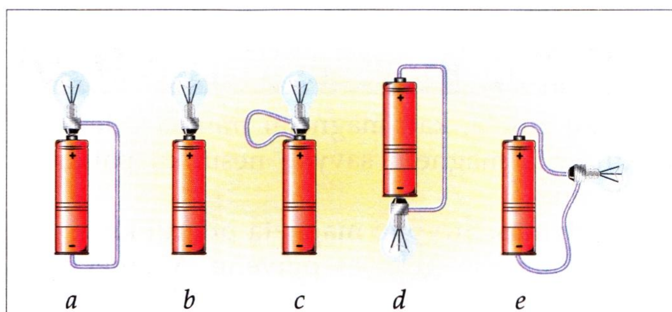
1) lemputė .... *a*
2) jungiklis .... *b*
3) susikertantieji laidai .... *c*
4) gnybtai .... *d*
5) sujungti laidai .... *e*
6) laidas .... *f*

5. Kai kurie prietaisai neturi jungiklių. Kaip jie išjungiami iš grandinės?

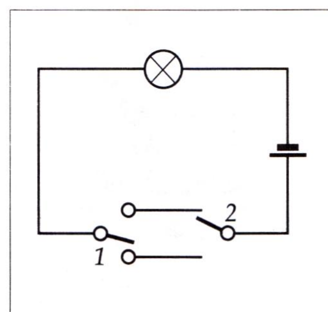
6. Kodėl, jungiant elektrinę grandinę, prie jos paskiausiai siūloma prijungti srovės šaltinį?

7. Iš kišeninio žibintuvėlio baterijos, lemputės, dviejų jungiklių ir jungiamųjų laidų sujunkite grandinę (6.17 pav.), kurioje lemputę būtų galima įjungti *1* arba 2 jungikliu. Paaiškinkite, kaip veikia tokia grandinė. Kodėl toks jungiklių jungimo būdas kartais taikomas ilgam koridoriui apšviesti?

6.16 pav.



6.17 pav.



6.4. Elektros srovės poveikis

Šiluminis srovės poveikis

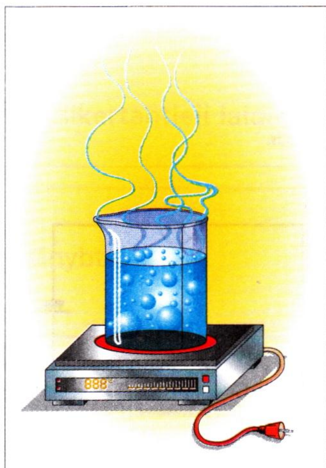
Žmogus neturi jutimo organų, kuriais galėtų nustatyti elektros srovės buvimą. Apie ją tenka spręsti tik iš reiškinių, kuriuos ji sukelia. Tie reiškiniai įvardijami kaip elektros srovės poveikis: šiluminis (šviesos), magnetinis ar cheminis. Įjungta elektros lemputė šviečia, laidynė kaista ir pan. Sakome, kad lempute, laidyne ar kuriuo nors kitu į elektrinę grandinę įjungtu prietaisu teka elektros srovė. Taip teigiame matydami ne pačią elektros srovę, bet jos veikimo rezultatą: šviečia iki aukštos temperatūros įkaitęs lemputės siūlelis, šyla laidynės kaitinimo elementas, karšta elektrinės viryklės plokštelė sušildo ir užvirina ant jos pastatytame puode vandenį ir t. t.

1 bandymas. Prie kišeninio žibintuvėlio baterijos laidais prijunkime jungiklį ir elektros lemputę. Jungikliu sujungę grandinę, matysime, kad lemputė šviečia.

Iki švytėjimo įkaista ne tik kišeninio žibintuvėlio lemputės, bet ir patalpų apšvietimui naudojamų lempučių siūleliai.

2 bandymas. Į apšvietimo tinklą įjunkime elektrinę viryklę, o ant jos pastatykime stiklinę su vandeniu. Po kurio laiko vanduo tiek sušils, kad pradės virti (6.18 pav.).

6.18 pav.

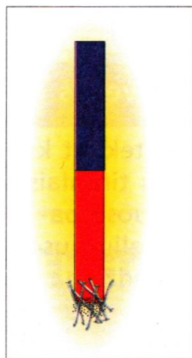


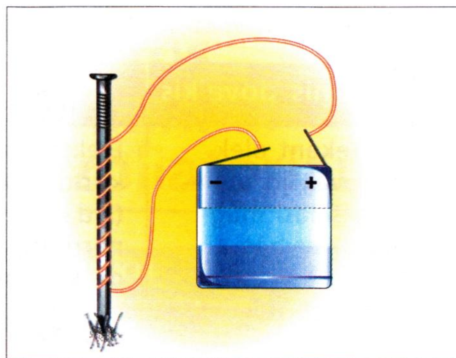
Šie bandymai iliustruoja šiluminį (šviesos) elektros srovės poveikį.

Magnetinis srovės poveikis

Jūs jau žinote, kad magnetai traukia geležinius daiktus. Šią magnetų savybę nesunku patikrinti bandymu.

3 bandymas. Strypinį magnetą priartinkime prie mažų vinučių ar geležies pjuvenų. Magnetas jas pritrauks (6.19 pav.).





6.19 pav. 6.20 pav.

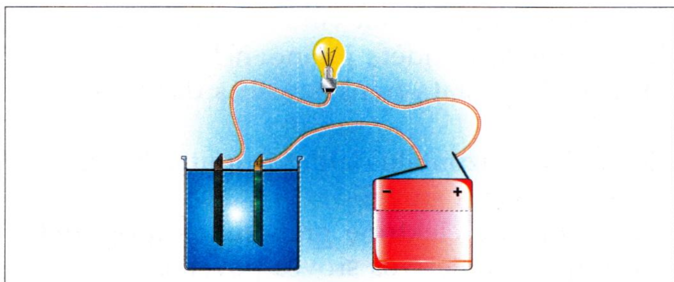
4 bandymas. Storą vinį arba geležinį strypelį apvyniokime izoliuota viela ir jos galus per jungiklį prijunkime prie baterijos gnybtų. Vinis nuo viela tekančios srovės įsimagnetins ir taip pat kaip magnetas pritrauks nedidelius geležinius daiktus: mažas vinutes, geležies pjuvenas arba drožles (6.20 pav.). Tokia vinis su laidu, kuriuo teka elektros srovė, vadinama **elektromagnetù**. Išjungus jungiklį, srovė nustos tekėti, vinis išsimagnetins ir vinutės nukris.

Cheminis srovės poveikis

Bandymu galima pademonstruoti ir cheminį srovės poveikį.

5 bandymas. Į stiklinę įpilkime vario sulfato tirpalo, o į jį įmerkime dvi varines plokšteles. Sujungę jas su srovės šaltiniu ir lempute (6.21 pav.), po kurio laiko pamatysime, kad viena plokštelė apsitraukė šviežiu vario sluoksniu. Šis srovės poveikis taikomas gryniems metalams gauti.

6.21 pav.



Apibendrinkime trejopą elektros srovės poveikį:

Šiluminis poveikis	Magnetinis poveikis	Cheminis poveikis
Kai laidais teka elektros srovė, jie šyla; kai kurie gali įkaisti net iki švytėjimo	Laidu tekant elektros srovei, jo aplinkoje reiškiasi magnetinės savybės	Elektros srovei tekant kai kurių medžiagų tirpalais (lydalais), ant juose panardintų plokštelių nusėda kuri nors medžiaga
Pavyzdžiai		
• Viryklė • Lemputė • Laidynė	• Elektromagnetas • Garsiakalbis • Variklis	• Paviršių padengimas kitomis medžiagomis • Medžiagų gryninimas

Užduotys ? ?

1. Užpildykite lentelę, nurodydami numerį prietaiso, kuriame reiškiasi atitinkamas srovės poveikis:

1) laidynė;
2) elektros lemputė;
3) elektrinis virdulys;
4) automobilio akumuliatorius;
5) kišeninio žibintuvėlio baterija;
6) elektromagnetas.

Srovės poveikis	Prietaisas
Šiluminis	
Šviesos	
Magnetinis	
Cheminis	

2. Kodėl nukrypsta kompaso rodyklė, kai jis padedamas šalia laidininko, kuriuo teka elektros srovė?

3. Kodėl vandens šildymo spiralė jungiama į elektros tinklą tik įdėta į vandenį?

4. Kodėl į pastatą trenkęs žaibas dažnai sukelia gaisrą?

5. Kodėl horizontalus laidas truputį išlinksta, kai juo teka elektros srovė?

6. Pasiūlykite elektrinę grandinę, kurioje reikštųsi visų rūšių elektros srovės poveikis.

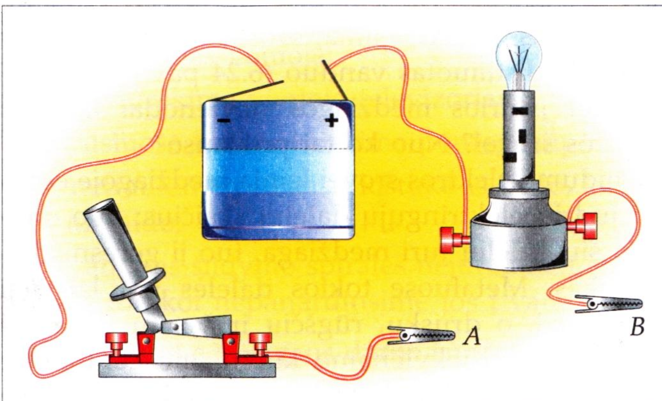
6.5. Elektros laidininkai ir izoliatoriai

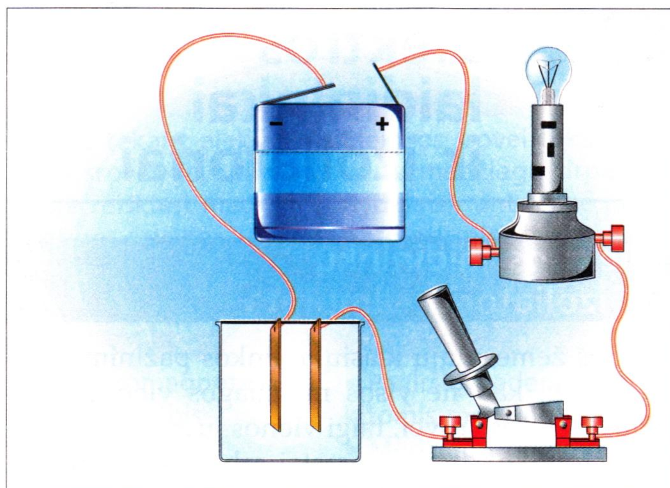
Elektros laidininkų ir izoliatorių samprata

Jau iš žemesniųjų klasių aplinkos pažinimo kurso žinote, kad ne visos medžiagos vienodai laidžios elektros srovei, taigi vienos jų puikiai praleidžia srovę, o kitos — prastai arba visiškai nepraleidžia. Pagal tai medžiagos skirstomos į **elèktros laĩdininkus** ir **izoliãtorius** (pranc. *isolation* — atskyrimas). Tos medžiagos, kuriomis elektros srovė gali tekėti, vadinamos elektros laidininkais, o kurios nelaidžios srovei — elektros izoliatoriais.

1 bandymas. Pakartokime 6.4 skyrelyje aprašytą 2 bandymą, tačiau jo elektrinės grandinės vienoje dalyje (*AB*) palikime laisvus laidų galus su „krokodilais", prie kurių bus galima prijungti iš įvairių medžiagų padarytus strypelius (6.22 pav.). Jungikliu sujunkime grandinę, nieko nejungdami prie gnybtų *A* ir *B*, t. y. palikdami tarp jų oro tarpą. Grandinė atvira — lemputė nedega. Prie gnybtų *A* ir *B* prijunkime paeiliui sauso medžio, stiklo, plastiko, vario, aliuminio strypelius, pieštuko grafitą. Matysime, jog kartais lemputė įsižiebia ryškiai

6.22 pav.





6.23 pav.

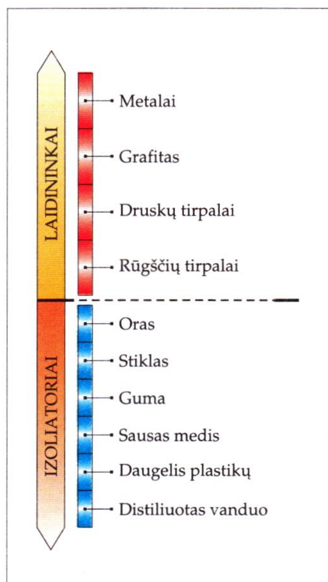
(prijungus vario ir aliuminio strypelius, pieštuko grafitą), kartais — nedega (su sauso medžio, plastiko strypeliais). Tai rodo, kad įvairios medžiagos, iš kurių pagaminti strypeliai, skirtingai praleidžia elektros srovę.

Skysčiai taip pat gali įvairiai praleisti srovę.

2 bandymas. Sujunkime elektrinę grandinę, pavaizduotą 6.23 paveiksle. Čia į stiklinę įstatytos dvi varinės plokštelės. Lemputė nedega, nes oras tarp plokštelių nelaidus elektros srovei. Iš lėto pilkime į stiklinę vandenį iš vandentiekio. Lemputė gali pradėti silpnai šviesti. Ji sušvis ryškiau, kai į vandenį įbersime truputį druskos arba įlašinsime rūgšties.

Taigi geri elektros laidininkai yra metalai, grafitas, druskų bei rūgščių tirpalai, o geri izoliatoriai — oras, stiklas, guma, sausas medis, daugelis plastikų, distiliuotas vanduo (6.24 pav.).

6.24 pav.



Kodėl įvairios medžiagos nevienodai laidžios elektros srovei? Nuo ko tai priklauso?

Laidumą elektros srovei lemia medžiagoje esančių judrių elektringųjų dalelių skaičius: kuo daugiau šių dalelių turi medžiaga, tuo ji geresnis laidininkas. Metaluose tokios dalelės yra laisvieji elektronai, o druskų, rūgščių ir šarmų tirpaluose — jonai. Kiekviename kubiniame centimetre metalinio laidininko yra nepaprastai daug (apie

100 000 000 000—1 000 000 000 000 milijardų) laisvųjų elektronų, dėl to metalai ir yra puikūs elektros laidininkai.

Izoliatoriai praktiškai neturi laisvų elektringųjų dalelių. Juose elektronai tvirtai „pririšti" prie atomų, todėl negali nuo jų atitrūkti, taigi elektros srovė izoliatoriais neteka.

Žmogus — laidininkas

Žmogaus kūnas taip pat laidus elektros srovei, todėl liestis prie laidininkų, kuriais ji teka, pavojinga — galima patirti elektros smūgį. Laidumas priklauso nuo kūno sąlyčio su elektrine grandine vietos ir būklės — sausa oda yra blogesnis laidininkas negu drėgna. Ypač gerai elektros srovę praleidžia kraujas bei nervai, todėl jie yra lengvai pažeidžiami. Palyginti silpna elektros srovė žmogui gali būti mirtina.

Elektros srovė pavojinga

Elektros svarba mūsų gyvenime didžiulė, tačiau elektros srovė gali būti ir pavojinga, jei nepaisoma elementarių saugumo taisyklių. Todėl nedarykime taip, kaip parodyta 6.25 paveiksle:

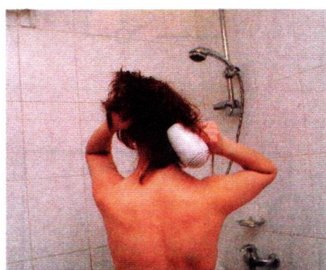
- į elektros tinklą įjungtos laidynės nekiškime po vandens srove;
- plaudami indus kriauklėje, nesinaudokime elektriniais prietaisais;
- nedžiovinkime plaukų elektriniu džiovintuvu, kai maudomės vonioje;
- nežiūrėkime vonioje televizoriaus;
- rūsiuose basi nekeiskime perdegusių lempų;
- netraukime prietaisų kištuko iš lizdo, laikydami už laido;
- vandens šildymo spiralės nejunkime į elektros tinklą tol, kol nepanardinsime jos į vandenį.

Laikydamiesi saugaus darbo su elektriniais prietaisais taisyklių, išvengsime nelaimių.

6.25 pav.











Laidininkų ir izoliatorių taikymas



6.26 pav.

Elektros laidininkai ir izoliatoriai plačiai naudojami praktikoje. Antai jungiamieji laidai elektrinėms grandinėms, įvairių prietaisų kaitinimo elementai gaminami iš gerų laidininkų, paprastai — iš vario arba aliuminio. Prisiliesti prie metalo, kuriuo teka elektros srovė, labai pavojinga, nes galima patirti elektros smūgį, todėl metaliniai jungiamieji laidai izoliuojami, t. y. padengiami elektros izoliatoriumi, dažniausiai — plastiku. Plačiai naudojami lankstūs variniai, aliumininiai ir kitokie kabeliai (ol. *kabel* — lynas) — vienas ar keli izoliuoti laidininkai sandariame apvalkale (6.26 pav.). Guma ar plastiku padengiamos ir kai kurios prietaisų dalys, pavyzdžiui, elektriko įrankių rankenėlės (6.27 pav.), elektros šakučių lizdai, kištukų korpusai.

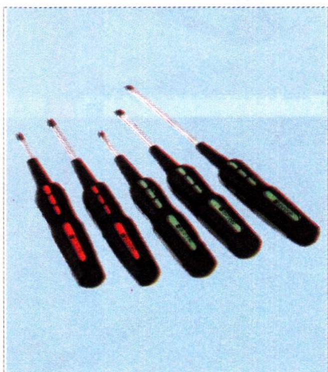
Taupykime elektros energiją

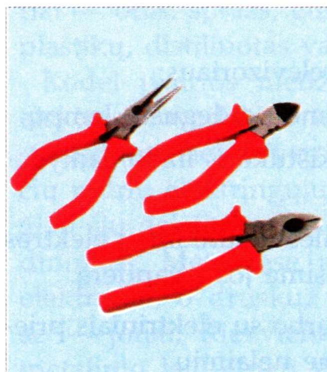
Veikiantys elektriniai prietaisai vartoja elektros energiją. Ją, kaip ir bet kurios kitos rūšies energiją, reikia taupyti, todėl:

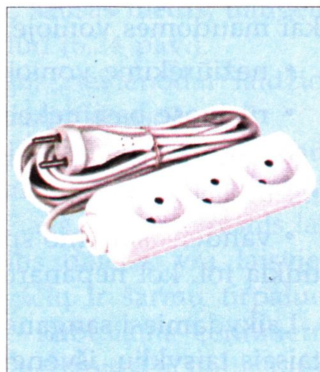
• išeidami iš namų, patikrinkime, ar neliko įjungtas televizorius, elektrinė viryklė, laidynė, buto apšvietimo lemputės;

• išjunkime elektros lemputes, kai kambaryje šviesu;

6.27 pav.







• naudokime ekonomiškesnes elektros lemputes, kurių dabar galima įsigyti parduotuvėse;

• virdami maistą, parinkime patį ekonomiškiausią elektrinės viryklės režimą.

Jūs patys galite sugalvoti dar daugiau būdų, kaip taupyti elektros energiją. Pasiūlykite.

Taupyti elektros energiją naudinga ne vien ekonomiškai — elektros energijos gamyba elektrinėse susijusi su aplinkos tarša, mat, deginant jose kurą, į atmosferą išsiskiria įvairios kenksmingos medžiagos, pavyzdžiui, anglies dioksidas, sieros dioksidas, azoto oksidas. Taupydami elektros energiją, tausojame aplinką.

Užduotys

1. Kada degs 6.28 paveiksle pavaizduotos lemputės?

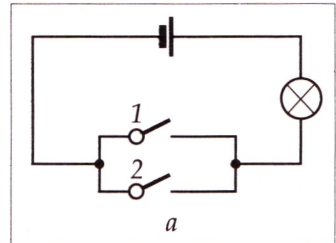
2. Kuriuo iš 6.29 paveiksle pavaizduotų atvejų lemputė švies ryškiau?

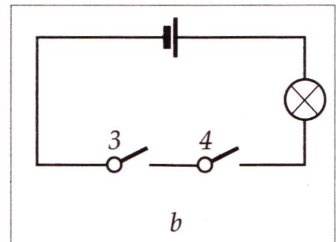
3. Pasinaudodami 2-osios užduoties grandine, patikrinkite pieštuko elektrinį laidumą.

4. Kodėl ne visos medžiagos yra laidžios elektros srovei?

5. Kam reikalingi elektros izoliatoriai?

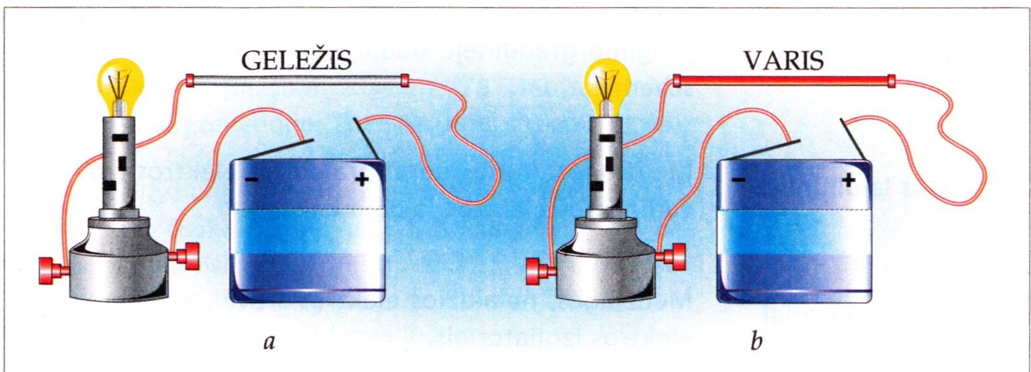
6. Išvardykite keletą elektros energijos tausojimo būdų.





6.28 pav.

6.29 pav.



Skyriaus „Elektros pradmenys" santrauka

Kūnų įsielektrinimas	• Kūnas, netekęs elektronų, įsielektrina teigiamai, o gavęs elektronų — neigiamai, taigi teigiamą arba neigiamą kūnus sudarančių medžiagų įelektrinimą lemia elektronų trūkumas arba perteklius. • Susiliesdami visuomet įsielektrina abu kūnai: vienas — teigiamai, kitas — neigiamai. Naujų dalelių, turinčių elektros krūvį, neatsiranda, jos tik pasidalija tarp kūnų.
Įelektrintų kūnų sąveika	Kūnai, turintys vienodų ženklų krūvius, vieni kitus stumia, o turintys skirtingų ženklų krūvius — traukia.
Elektros srovė	• Kryptingas elektronų arba jonų judėjimas vadinamas elektros srove. • Elektros srovės kryptimi susitarta laikyti kryptį nuo teigiamojo elemento poliaus neigiamojo link.
Elektrinė grandinė	Elektros srovės šaltinis, imtuvai ir jungikliai, jungiamaisiais laidais sujungti vienas su kitu, sudaro elektrinę grandinę.
Elektrinė schema	Brėžinys, kuriame pavaizduoti elektrinių prietaisų jungimo grandinėje būdai, vadinamas elektrine schema.
Elektros laidininkai	Medžiagos, kurios gerai praleidžia elektros srovę, vadinamos elektros laidininkais.
Elektros izoliatoriai	Medžiagos, nelaidžios elektros srovei, vadinamos elektros izoliatoriais.

Užduočių atsakymai

2.3.	**1.** 100 m. **7.** 10 km.
2-asis l. d.	**8.** 0,1 μm. **9.** 0,5 m.
2.4.	**10.** 1 kg.
2.5.	**5.** Iš aliuminio. **6.** 156 kg. **7.** 0,2 g. **8.** 12 t. **9.** 250 kg. **10.** 13,6 l. **11.** 5 cisternų.
4-asis l. d.	**3.** 5 g/cm^3. **6.** 200 g. **7.** 1 m^3 vandens masė 7,35 karto didesnė. **8.** 80 m^2.
2.6.	**5.** ≈ 32 000 000 s.
3.2.	**4.** 0,000 000 0001 m. **5.** 0,000 000 000 25 m. **6.** Per 475 metus. **7.** 0,95 m^3 ir 0,001 m^3.

Panaudotų iliustracijų šaltiniai

Čiurlionytė A. Meno istorija 11—12. — K.: Šviesa, 2001.

Gross Berhag Physik 5./6. Schuljahr Nordrhein-Westfalen / *K. Graeff, H.-W. Kirchhoff, J. Opladen, J. Reimers.* — Stuttgart: Ernst Klett Verlag, 1987.

Fizikos istorija Lietuvoje (1579—1940) / *P. Brazdžiūnas, H. Horodničius, H. Jonaitis (ats. red.) ir kt.* – T. 1. – V.: Mokslas, 1988.

Karazija R. Fizika humanitarams: Klasikinė fizika. — D. I. — V.: TEV, 1996.

Kaunas. — Vilnius: Firm IN VIA, 2000.

Kučinskas V. Genetika: Vadovėlis aukštųjų mokyklų slaugos ir socialinių mokslų bei aukštesniųjų medicinos mokyklų studijoms. — K.: Šviesa, 2001.

Natur und Technik: Physik und Chemie Hauptschule Nordrhein-Westfalen 7/8 / *W. Geiger, U. Hampel, P. Haupt und andere.* — Berlin: Cornelsen Verlag, 1991.

Physik plus Gymnasium Klassen 7/8 Thüringen: Mit fächer-übergreifenden Themen und Projektangeboten / *K. Liebers, H. Mikelskis, R. Otto, L.-H. Schön, H.-J. Wilke.* — Berlin: Wolk und Wissen Verlag, 2003.

Šiuolaikinė fizika Lietuvoje / *M. Balčiūnienė, L. M. Balevičius, P. Balkevičius ir kt.; sud. E. Makariūnienė, E. Rupšlaukis, D. Usorytė.* — K.: Šviesa, 1997.

Venclova T. Vilnius: Vadovas po miestą. — Vilnius, 2001.

Dalykinė ir pavardžių rodyklė

Turinys

5. Šviesos reiškiniai

6. Elektros pradmenys

Vladas Valentinavičius
FIZIKA
Vadovėlis VII klasei

Piešiniai *Elvio Zovės*
Nuotraukos *Ričardo Rudinsko, Marijaus Petrausko, Rymanto Penkausko, Kęstučio Kulikausko ir Algimanto Rutkausko*
Dizainerė *Kristina Jėčiūtė*
Redaktorė *Zita Šliavaitė*
Viršelis *Kristinos Jėčiūtės*

Leid. Nr. 15 260. Užsak. Nr. 3.517.
Uždaroji akcinė bendrovė leidykla „Šviesa“,
Vytauto pr. 25, LT-3000 Kaunas.
El. p. mail@sviesa.lt
Interneto puslapis http://www.sviesa.lt
Spausdino AB spaustuvė „Spindulys“,
Gedimino g. 10, LT-3000 Kaunas.
El. p. spaustuve@spindulys.lt
Interneto puslapis http://www.spindulys.lt
Sutartinė kaina

Vadovėlio kortelė

Eil. Nr.	Mokinio vardas ir pavardė	Mokslo metai	Vadovėlio išvaizda (labai gera, gera, patenkinama)	
			mokslo metų pradžioje	mokslo metų pabaigoje

BRANGINKITE IR TAUSOKITE VADOVĖLIUS!

Šis vadovėlis padės Jums praverti duris į nepaprastai įdomų, spalvingą ir iš pirmo žvilgsnio paslaptingą fizikos mokslo pasaulį. Mokydamiesi naujo dalyko – fizikos, sugebėsite atskleisti daugelį jo paslapčių – paaiškinti gausybę gamtoje ir buityje kasdien stebimų fizikinių reiškinių: Saulės kelionę dangaus skliautu, vaivorykštės atsiradimą, žaibą, ledo tirpimą, vandens virimą, lietaus lašų kritimą ir pan. Taip pat klasėje ir namuose atliksite daug nesudėtingų bandymų, susipažinsite su įvairiais prietaisais, sužinosite, kaip jie veikia. Vadovėlyje rasite nemažai užduočių, trumpų straipsnelių apie mokslo įdomybes.

